

Theoretische und praktische

Abhandlung

der Lehre

vom

Magnet

mit

eignen Versuchen

von

Tiberius Cavallo,

Mitglied der königlich-großbritannischen Societät der Wissenschaften.



Aus dem englischen übersetzt.

Mit zwoen Kupfertafeln.

Leipzig,
im Schwickertschen Verlage 1788.

Vorrede.

Die große Wichtigkeit der Lehre vom Magnet, vorzüglich für die Schiffahrt, und die Dunkelheit, in welche die Ursache der so wunderbaren magnetischen Erscheinungen verhüllt ist, hat von langen Zeiten her die Aufmerksamkeit der geschicktesten Naturforscher und Mathematiker beschäftiget, welche mit dem grösten Fleiße und dem tiefsten Nachdenken die Eigenschaften des Magnets untersucht, und Hypothesen zur Erklärung derselben erdacht haben. Einige dieser Arbeiten, wenn sie auch nicht auf Entdeckung neuer Wahrheiten geführt haben, sind dennoch ungemein sinnreich, und verdienen alle Aufmerksamkeit.

Die Absicht des Verfassers ging anfänglich dahin, alle diese Beobachtungen in eine schickliche Ordnung zu bringen, die verschiedenen Hypothe-

sen vorzutragen, und die Art zu erklären, wie man die magnetischen Phänomene mathematisch aus denselben herzuleiten gesucht habe; als aber das Werk fast vollendet war, so bewog ihn der große Umfang desselben, und die Subtilität des mathematischen Theils, welche mit dem Geschmacke der meisten Leser unverträglich zu seyn, und selbst die Geduld der Mathematiker zu übersteigen schien, nebst der Betrachtung, daß solche Rechnungen nicht allezeit auf brauchbare Folgerungen führen, den anfänglichen Plan des Werks gänzlich zu ändern, und er wendete nunmehr seine Arbeit darauf, den abstracten Theil wiederum abzusondern und das Buch selbst in die Gestalt, unter welcher es nunmehr erscheint, zusammenzuziehen.

Der Zweck der folgenden Abhandlungen ist also bloß dieser, eine kurze Uebersicht von dem gegenwärtigen Zustande unserer den Magnetismus betreffenden Kenntnisse zu geben; und die verschiedenen einzelnen Theile dieser Materie sind von dem Verfasser in diejenige Ordnung gestellt, welche ihm die bequemste schien, um den Leser auf die deutlichste und kürzeste Art von dem einfachsten auf den verwickeltern und schwerern Theil des Gegenstandes zu leiten.

Der erste Theil handelt von den Gesetzen des Magnetismus, d. i. von denjenigen Eigenschaften und ihren Bestimmungen, welche durch eine große Anzahl von Versuchen und Beobachtungen bestätiget und von allen Hypothesen unabhängig sind.

Um die Kenntnisse zuverlässiger Thatsachen von den angenommenen Meinungen über ihre Ursachen zu unterscheiden und die Unwahrscheinlichkeit der meisten von diesen Meinungen zu zeigen, ist der zweyte und bey weitem kürzeste Theil des Buchs für die Hypothesen über den Magnetismus bestimmt worden.

Der dritte Theil betrift das Praktische dieses Gegenstandes, und enthält die Reihe derjenigen Versuche, welche nöthig und hinreichend sind, um die im ersten Theile erwähnten Gesetze zu beweisen, und zu den verschiedenen Absichten, wozu sie brauchbar sind, anzuwenden.

Endlich enthält der vierte und lezte Theil verschiedene den Magnetismus betreffende vom Verfasser selbst angestellte Versuche.

Auch wird man durch das ganze Werk hindurch manche nützliche Bemerkungen und Winke

für diejenigen antreffen, welche diesen Gegenstand weiter zu untersuchen willens sind; so wie anderer Seits der Verfasser für gut gefunden hat, einige geringfügige Umstände, welche der scharfsinnige Leser leicht selbst hinzusetzen kann, ingleichen einige Versuche, welche bloße Abänderungen derer im Buche angeführten zu seyn schienen, hinwegzulassen.

Endlich sind, um das Werk deutlicher und brauchbarer zu machen, zwo Kupferplatten und ein ausführliches Register beygefügt worden.

Inhalt.

Erster Theil.

Gesetze des Magnetismus.

Erstes Capitel. Allgemeine Begriffe vom Magnet, und Erklärungen der Kunstwörter . . . Seite 1
Zweytes Cap. Natürliche Geschichte und vornehmste Eigenschaften des Eisens. Natürlicher Magnet oder Magnetstein . . . 4
Drittes Cap. Vom magnetischen Anziehen u. Abstoßen 11
Viertes Cap. Von der Polarität des Magnets . 23
Fünftes Cap. Von der Neigung der Magnetnadel 37
Sechstes Cap. Von den verschiedenen Körpern, welche vom Magnete angezogen werden . . 41
Siebentes Cap. Mitgetheilter Magnetismus . 47
Achtes Cap. Vermischte Bemerkungen . . 60

Zweyter Theil.

Theorie des Magnetismus. 65

Erstes Capitel. Von dem Magnetismus der Erde 66
Zweytes Cap. Aehnlichkeit des Magnetismus und der Elektricität 77
Drittes Cap. Von der Hypothese einer magnetischen Materie . . . 81

Dritter Theil.

Praktische Lehre vom Magnet. 86

Erstes Cap. Beschreibung der magnetischen Werkzeuge 86
Zweytes Cap. Versuche, wodurch man das Daseyn u. die Beschaffenheit des Magnetismus bestimmet 109

Drittes Cap. Versuche über die Wirkung eines Magnets auf eisenartige Körper, welche nicht magnetisch sind . . Seite 113
Viertes Cap. Von der Wirkung der Magnete auf einander selbst . . . 127
Fünftes Cap. Vom mitgetheilten Magnetismus, oder von den Methoden, künstliche Magnete zu machen 135
Sechstes Cap. Gebrauch der magnet. Instrumente 150
Siebentes Cap. Vermischte Versuche . 159

Vierter Theil.

Neue magnetische Versuche 168

Erstes Cap. Beschreibung einer neuen Art der Aufhängung der Magnetnadel, vornehmlich um geringe Grade der Anziehung zu bestimmen, nebst einigen Bemerkungen über den Gebrauch des Quecksilbers . . 168
Zweytes Cap. Untersuchung der magnetischen Eigenschaften des Messings . . 172
Drittes Cap. Untersuchung der magnetischen Eigenschaften einiger andern metallischen Substanzen 183
Viertes Cap. Versuche und Beobachtungen über die Anziehung zwischen dem Magnet und eisenartigen Substanzen in verschiedenem Zustande 187
Fünftes Cap. Vermischte Versuche, nebst einigen Gedanken über die Ursache der Variation der Magnetnadel . . 196

Anhang.

Brief des D. Lorimer an den Verfasser . 201
Register

Erster Theil.

Gesetze des Magnetismus.

Erstes Capitel.

Allgemeiner Begriff vom Magnetismus und Erklärung der Kunstworte.

Den Namen des **natürlichen Magnets** oder **Magnetsteins** *) (*natural Magnet*, *Load-Stone*) giebt man einem mineralischen festen Körper, welcher außer andern ihm zukommenden Eigenschaften auch diese hat, daß er Eisen und eisenartige Körper anzieht. Und da sich eben diese Eigenschaften auch dem Eisen, Stahle und andern eisenartigen Substanzen mittheilen lassen, so heissen diese Körper, wenn sie die Eigenschaften des Magnets erhalten haben, **künstliche Magnete**.

Jeder Magnet, er sey ein natürlicher oder künstlicher, muß die nachfolgenden charakteristischen und von seinem Wesen unzertrennlichen Eigenschaften besitzen, so daß man keinen Körper einen Magnet nennen kann, er besitze denn alle diese Eigenschaften zugleich; und daß man kein

*) Das Wort **Magnet** leiten einige alte Schriftsteller von dem Namen eines Hirten her, welcher auf dem Berge Ida den ersten Magnet entdeckt haben soll. Pythagoras, Aristoteles, Euripides und andere nennen ihn gewöhnlicher den Heracleischen Stein, von Heraclea, einer in Magnesia, einem Theile des alten Lydiens, gelegnen Stadt, wo man ihn zuerst gefunden haben sollte. Sonst hat er auch von seinem Gebrauch für die Schifffahrt den Namen *Lapis nauticus*, und von der Anziehung des Eisens, welches die Griechen Sideron nennen, den Namen *Siderites* erhalten.

Beyspiel der Erzeugung oder Hervorbringung eines Magnets findet, wobey sich etwa nur eine oder einige dieser Eigenschaften, ohne die übrigen, gezeigt hätten.

1. Ein Magnet zieht Eisen und eisenartige Körper an sich.

2. Wenn man einen Magnet so stellet, daß er sich frey und ungehindert drehen kann, z. B. wenn man ihn an einem Faden aufhängt, so kehret er jederzeit einen und ebendenselben Theil seiner Oberfläche gegen den Nordpol der Erde oder gegen einen nicht weit von diesem Pole abstehenden Punkt; mithin wendet er den entgegengesetzten Theil seiner Oberfläche dem Südpole der Erde oder einem nicht weit von diesem abstehenden Punkte zu. Diese Theile der Oberfläche eines Magnets heißen daher seine **Pole**, der erstere der **Nordpol**, der letztere der **Südpol**. Die beschriebene Eigenschaft selbst wird die **Polarität**, oder das Vermögen sich zu richten, genannt, und wenn ein magnetischer Körper sich von selbst in diese Lage stellt, so sagt man, er **richte sich**. Die Verticalfläche, welche durch die Pole eines in seiner natürlichen Richtung stehenden Magnets gehet, heist der **magnetische Meridian**. Der Winkel des magnetischen Meridians mit der Mittagsfläche des Orts, wo sich der Magnet befindet, heist die **Abweichung** oder **Declination des Magnets**, noch gewöhnlicher die **Abweichung der Magnetnadel**, weil die künstlichen Magnete, welche man insgemein zu Beobachtung dieser Eigenschaft gebraucht, mehrentheils dünn und fast in Gestalt einer Nadel gearbeitet werden; oder weil man oft auch wirkliche Nähnadeln zu dieser Absicht gebraucht hat.

3. Wenn man zween Magnete so stellet, daß der Nordpol des einen gegen den Südpol des andern zu stehen kommt, so ziehen sie einander an; wird aber der Südpol des einen gegen den Südpol des andern gebracht, so stoßen sie einander zurück. Kurz, **die gleichnamigen Pole der Magnete stoßen einander zurück;**

die ungleichnamigen hingegen ziehen einander an.

4. Wenn ein Magnet so gestellt wird, daß er sich sehr leicht frey bewegen kann, so neigt er sich gewöhnlich mit dem einen Pole gegen den Horizont, und erhebt sich folglich mit dem andern über denselben. Diese Eigenschaft nennt man die **Neigung** oder **Inclination** des Magnets, noch gewöhnlicher aus der oben angeführten Ursache die **Neigung der Magnetnadel.**

5. Jeder Magnet kann durch gehörige Veranstaltungen in den Stand gesetzt werden, diese Eigenschaften dem Eisen, Stahle und den meisten eisenartigen Substanzen mitzutheilen.

Durch Erfahrung und Fleiß sind diese Eigenschaften des Magnets nach und nach entdeckt, untersucht, bestimmt, und zu vielerley nützlichen Absichten angewendet worden. Es ist der Endzweck dieser Schrift, die durch unzählbare Beobachtungen hierüber bestimmten Gesetze, und die Vortheile, welche man aus der Anwendung derselben gezogen hat, kurz und deutlich darzustellen. Sowohl die Gesetze als die Anwendungen sind in den folgenden Capiteln methodisch geordnet, so daß man dasjenige beysammen findet, was unter sich am genauesten verbunden ist; da aber die ganze Wirksamkeit des Magnetismus sich lediglich, oder doch hauptsächlich, auf das Eisen, und die Körper, welche Eisen in einem oder dem andern Zustande enthalten, einzuschränken scheinet, so wird es nöthig seyn, die natürliche Geschichte und die chymischen Eigenschaften des Eisens wenigstens in so fern voraus zu schicken, als dies zum Verständniß der Sache selbst unentbehrlich ist, oder auch Wege zu weitern Entdeckungen bahnen kann.

Zweytes Capitel.

Natürliche Geschichte und vornehmste Eigenschaften des Eisens. Natürlicher Magnet oder Magnetstein.

Das Eisen ist unter allen Metallen das nützlichste für das menschliche Leben; dennoch ist das Wesen desselben noch bey weitem nicht vollkommen ergründet und hinlänglich untersucht. Man zählt es zu den unvollkommenen Metallen, weil es dem Roste oder der Verkalkung unterworfen ist, und seine eigenthümliche Schwere, ob man gleich dabey einige Verschiedenheit findet, steigt doch selten oder gar nicht über die 8fache, und ist nie unter der 7, 6fachen Schwere des destillirten Wassers.

Fast überall wird Eisen gefunden, und aus dem Schooße der Erde gezogen, wo man es theils schon von selbst im metallischen Zustande antrifft, und **gediegenes Eisen** nennt, theils aber auch mit verschiedenen Substanzen vermischt findet. Wenn in solchen Mischungen das darinn enthaltene Eisen oder die eisenartigen Substanzen einen beträchtlichen Theil ausmachen, so nennt man sie **Eisenerze**.

Nach der Angabe der neusten Mineralogen sind die Eisenerze, und ihre vornehmsten Benennungen folgende.

1. **Stahlerz**, ein brauner Eisenkalk, mit Eisen im metallischen Zustande vermischt.
2. **Der Magnet.**
3. **Brauner Eisenkalk**, mit Reißbley vermischt.
4. **Weißes oder spathiges Eisenerz**; ein brauner Eisenkalk mit weißem Braunsteinkalk vermischt.
5. **Magnetischer Sand.**
6. **Hämatit, Glaskopf**; rother verhärteter Eisenkalk, mit etwas Thon und oft mit Braunstein verbunden.

7. **Glasköpfigte, gelbe, rothe und braune Ocher**; ein Hämatit in lockerer Gestalt, mit einem merklichen Theil Thon vermischt.

8. **Rother Eisenglimmer**, rother Eisenkalk mit Reißbley verbunden.

9. **Torsten**, ein rother Eisenkalk mit einem kleinen Theil des braunen vermischt, und verhärtet.

10. **Schmirgel.**

11. **Graues Eisenerz**, ein rother Eisenkalk mit Wassereisen verbunden.

12. Thonigte Eisenerze, wovon es zwo Abänderungen giebt, die **hochländischen Thonerze** (minera ferri ochracea) und das **sumpfige Eisenerz** (minera ferri lacustris vel subaquosa).

13. **Rothes kalkigtes Eisenerz.**

14. **Kieselligtes Eisenerz.**

15. **Bittersalzigtes Eisenerz.**

16. **Eisenhaltiger Galmey.**

17. **Eisenkies** oder Eisen durch Schwefel vererzt.

18. **Weißer, grauer, oder bläulich grauer Eisenkies, Marcasit**, Eisen durch Schwefel und Arsenik vererzt.

19. **Mispickel**, Eisen, bloß durch Arsenik vererzt.

20. **Brennbares Eisenerz.**

21. **Grüner Vitriol**, Eisen durch Vitriolsäure vererzt.

22. Eisen durch Phosphorussäure vererzt; wovon es zwo Arten giebt, das **Wassereisen**, und das **natürliche Berlinerblau**; das letztere besteht aus Eisen, Phosphorsäure und Thonerde *)

Bey der Gewinnung dieses Metalls aus den verschiedenen Eisenerzen hat man auf zweyerley Gegenstände zu sehen, nemlich auf den mehr oder weniger metallischen

*) Man s. Bergmanns Mineralogie, Kirwans Mineralogie (übersetzt von Wittekopf mit Crells Vorrede. 1785. 8.) und *Cavallo's* two mineralogical tables. London. 1786. 4.

Zustand des Eisens selbst, und auf die fremden damit vermischten Körper. In dieser Rücksicht ist es fast unmöglich, ohne besondere darüber angestellte Versuche, die vortheilhafteste Methode anzugeben, nach welcher das Eisen aus einem gegebnen Erze gewonnen werden kann. Inzwischen sind die vornehmsten Mittel, durch welche man bey dieser Operation wirkt, ein starkes Feuer, und die Beymischung solcher Zuschläge, welche viel brennbaren Stof hergeben können.

Das Eisen ist selbst nach seiner Aufbereitung aus den Erzen und nach seiner Reduction zur metallischen Gestalt, noch immer sehr verschieden; und die Arten desselben, von welchen wir die vornehmsten nunmehr anführen wollen, haben besondere und sehr merkwürdige Eigenschaften.

Das **Roheisen**, d. i. das durch die Wirkung eines heftigen Feuers zuerst ausgeschmolzene Eisen ist sehr hart und brüchig, so daß man ihm weder durch den Hammer, noch durch die Feile, eine verlangte Gestalt geben kann.

Das **Stangeneisen** (hämmerbare, streckbare, Schmiedeeisen) entsteht aus dem Roheisen, wenn man dasselbe einige Stunden lang im Roth- oder noch besser im Weißglühen einem starken Luftzuge aussetzet, wobey es zugleich mit schweren Hämmern in verschiedenen Richtungen gehämmert wird. Merkwürdig ist es, daß bey diesem Verfahren eine Menge flüssiger Materie aus dem Eisen kömmt, welche nach dem Erkalten die Gestalt einer schwarzen Asche, der sogenannten Feinbrennerasche annimmt.

Das Stangeneisen ist von doppelter Art, entweder **rothbrüchiges**, welches sich zwar kalt hämmern läßt, aber im Glühen brüchig wird, oder **kaltbrüchiges**, welches sich glühend unter dem Hammer streckt, kalt aber brüchig ist.

Der **Stahl** wird aus dem Eisen dadurch bereitet, daß man dasselbe einige Stunden lang einem starken Feuer

aussetzet, und zugleich mit Körpern umringt, welche viel Brennbares enthalten, dergleichen die Steinkohlen, öllichten Substanzen u. d. gl. sind. Man glaubt daher insgemein, das Eisen werde bloß dadurch in Stahl verwandelt, weil es eine größere Menge von Brennstof oder von dem sogenannten **Phlogiston** erhalte; es giebt aber auch eine Art von streckbarem Eisen, welche nie zu Stahl werden kann, und einige einsichtsvolle Chymiker haben mich belehret, daß dies lediglich von dem Mangel eines Halbmetalls, des sogenannten Braunsteins, herrühre. Sie haben gefunden, daß dasjenige Eisen, woraus sich Stahl bereiten läßt, etwas Braunstein enthält, da hingegen dasjenige, welches sich nicht in Stahl verwandlet, von aller Beymischung dieses Halbmetalls völlig frey ist.

Durch den Uebergang von Eisen zu Stahl wird das Gewicht des Metalls gar nicht, oder doch nur sehr wenig vermehrt; es erlangt aber dadurch einige merkwürdige Eigenschaften. Der Stahl ist gewöhnlich härter, als das streckbare Eisen; er läßt sich kalt, aber noch weit besser glühend, hämmern, er läßt sich schmelzen und kann verschiedene Grade der Härte annehmen. Das Hämmern härtet ihn bis auf einen gewissen Grad; wenn man ihn aber glühet und in diesem Zustande in kaltes Wasser oder eine andere kalte Flüssigkeit taucht, worinn er plötzlich erkaltet, so wird er ausnehmend hart und brüchig, so daß er sich weder hämmern noch feilen läßt; und je größer der Unterschied zwischen seiner Hitze und der Temperatur der Flüssigkeit ist, in welche er getaucht wird, desto größer ist auch der Grad der Härte, den er erhält. Wenn aber der Stahl auf diese Art gehärtet worden ist, so kann man ihn wieder bis auf einen erforderlichen Grad erweichen, wenn man ihn einem gehörigen Grade der Hitze aussetzt. Dieses Erweichen ist mit einer allmähligen Veränderung der Farbe begleitet, welche jedoch bloß auf der Oberfläche haftet, gleichwohl aber nicht anders weggebracht werden kann, als durch Feilen oder Schaben mit Werkzeugen, die

etwas vom Metalle wegnehmen. Wenn nemlich das gehärtete Stück Stahl auf ein glühendes Eisen gelegt, oder auf andere Art erhitzt wird, so nimmt es zuerst eine röthliche, dann eine gelbliche oder Strohfarbe an, welche nach und nach dunkler wird, und ins blaue und dunkelblaue übergeht, bis der Stahl rothglühend wird. Nimmt man nun den Stahl aus der Hitze gerade zu der Zeit, wenn er die Strohfarbe hat, so ist er ein wenig erweicht und eben geschickt, zu Spitzen und Schneiden von Klingen und andern Werkzeugen zu dienen; daher heißt dieser Grad der Erweichung die **Schneidehärte.** Nimmt man ihn aus der Hitze, sobald er blau wird, so ist er gerade so viel erweicht, daß er zu Federn dienen kann; daher dieser Grad die **Federhärte** heißt. Hat man endlich den Stahl vor dem Wegnehmen bis zum Glühen kommen lassen, so hat er alle durch das vorhergehende Verfahren erlangte Härte verlohren.

Durch wiederholtes Härten und Erweichen wird der Stahl immer ungeschickter zu feinen Arbeiten: aber auch in ganz frisch gehärtetem Stahle findet sich eine große Verschiedenheit, und man hält diejenige Sorte für die beste, welche auf dem Bruche ein feines, gleichförmiges und silberartiges Korn zeigt.

In allen den angeführten Arten und Zuständen ist das Eisen einer Verkalkung, d. i. einer Verwandlung in Rost fähig, und kann also auch in verschiedene mittlere Zustände zwischen dem völlig metallischen und dem Zustande eines gelben Kalks treten. Nach der gewöhnlichen Meinung wird diese Veränderung durch den Verlust des brennbaren Stofs bewirkt; es wird auch in der That der Eisenkalk, wenn er mit Kohlenstaub oder einer andern viel Brennbares enthaltenden Substanz umgeben, einem starken Feuer ausgesezt wird, wieder zu Eisen reducirt.

Im folgenden werde ich der Kürze wegen alle angeführte Arten und Zustände des Eisens unter die allgemeine

Benennung der eisenartigen Substanzen zusammennehmen, und nur im erforderlichen Falle die Beywörter metallisch oder verkalkt hinzusetzen.

Bey der Verkalkung dieses sowohl als der übrigen Metalle zeigt sich die merkwürdige Erscheinung, daß das Metall durchs Verkalken am Gewichte zunimmt, der Kalk hingegen durch die Wiederherstellung zu Metall am Gewichte verliert. Man hat bemerkt, daß 100 Gran brauner Eisenkalk ohngefehr 85 Gran Eisen geben; 100 Gran gelber Eisenkalk hingegen geben nur etwa 75 Gran Eisen: und Eisen von den bemerkten Gewichten giebt wiederum 100 Gran braunen oder gelben Kalk.

Man hat gefunden, daß diese Vermehrung des Gewichts von einer gewissen beständig elastischen Materie oder Luftgattung herkömmt, welche sich mit dem Kalke in größerer oder geringerer Quantität verbindet, je vollkommner oder unvollkommner die Verkalkung ist; da hingegen die Verminderung des Gewichts bey der Reduction des Kalks zu Metall von dem Verluste eben dieser elastischen Materie herrührt. Aus diesen Gründen haben einige scharfsinnige Naturforscher geschlossen, daß die Verkalkung der Metalle und die Wiederherstellung derselben aus den Kalken mit dem Brennstoffe oder Phlogiston der Chymiker gar nicht in Verbindung stehe; sondern blos aus dem Weggehen und Hinzukommen der gedachten elastischen Materie zu erklären sey. — Beyderley Meinungen haben verschiedene Gründe und Versuche für sich; da mir aber die Absicht und die Grenzen des gegenwärtigen Werks nicht erlauben, mich hierüber zu verbreiten, so muß ich diejenigen Leser, welche diese Materie weiter untersuchen wollen, auf andere Schriften verweisen, woraus sie sich nicht allein über die erwähnte Materie, sondern auch über die besondern Eigenschaften der elastischen Flüssigkeiten, welche man aus den Auflösungen des Ei-

sens erhält, und über andere dieses nutzbare Metall betreffende Umstände, belehren können. *)

Die metallischen eisenartigen Substanzen lassen sich in allen Säuren auflösen, wiewohl nicht mit gleicher Leichtigkeit. Setzt man einen zusammenziehenden Pflanzensaft hinzu, so wird die Auflösung schwarz; thut man aber ein phlogistisirtes Alkali hinzu, so wird sie blau.

Der natürliche Magnet ist ein Eisenerz, und enthält mehr Eisen, entweder im metallischen Zustande, oder doch nicht sehr dephlogistisirt, als die meisten übrigen Eisenerze. Inzwischen, obgleich jeder Magnet etwas metallisches Eisen enthält, so folgt doch nicht, daß jedes Erz, welches Eisen in diesem Zustande enthält, magnetisch sey; man hat viele Eisenerze gefunden, welche allen Anschein guter Magnete hatten, und doch keine magnetischen Eigenschaften zeigten. **)

Außer den Eisentheilen enthalten die natürlichen Magnete oft auch Quarz, Thon, und wahrscheinlich etwas Schwefel, weil sie beym Glühen insgemein einen Schwefelgeruch geben; überdies findet man darin auch noch andere Substanzen, wiewohl nicht so häufig als die vorerwähnten.

In Absicht auf die specifische Schwere sind die Magnete, nach Verhältniß und Beschaffenheit der mit dem

*) Man sehe die Hist. de l'Acad. seit 1778. Priestley's Versuche und Beobachtungen über die verschiednen Gattungen der Luft, a. d. Engl. Wien 1778—80. 8. Roziers Journal de Phys. Sept. 1786, Cavallo Abhandl. von der Luft und den beständig elastischen Materien, a. d. Engl. Leipzig 1783, gr. 8.

**) Einige alte Schriftsteller erwähnen gewisser Magnete, die auf dem Wasser schwimmen sollen. Da das Eisen so häufig durch die ganze Natur vertheilt ist, so können vielleicht einige leichte schwammige vulkanische Producte eine Menge Eisentheilchen mit Spuren von Magnetismus enthalten, um deren willen man dem Ganzen den Namen Magnet gegeben hat.

eisenartigen Theile vermischten andern Ingredienzien verschieden; gewöhnlich aber sind sie etwa siebenmal schwerer, als destillirtes Wasser.

Ihre Farbe ist mehrentheils dunkelbräunlich-schwarz, obgleich die Beymischung fremdartiger Substanzen und der Zustand des darin enthaltnen Eisens oft beträchtliche Verschiedenheit veranlasset. Die arabischen Magnete sind röthlich, die macedonischen schwärzlich, und die ungarischen, deutschen, englischen und italiänischen haben mehrentheils die Farbe des frischen Eisens.

Die Härte der Magnete ist gerade so groß, daß sie mit dem Stahle Feuer geben; aber es ist ungemein schwer, sie abzudrehen oder zu feilen.

Insgemein sind die Magnete von feinem dichten Korn die stärksten und behalten die Kraft länger, als die grobkörnichten, auch sogar länger, als die künstlichen Magnete von Stahl.

Man findet sie in mehrern Ländern und fast in allen guten Eisengruben. In Europa werden sie häufig in den deutschen Eisengruben, auf den Apenninen, in Frankreich, auf den Inseln des mittelländischen Meeres, in Großbritannien und an andern Orten angetroffen. Auch in Asien finden sich viel Magnete; es giebt deren auch in den übrigen Welttheilen, wiewohl nicht so häufig; vielleicht hat man nur aus Mangel an mehrerer Untersuchung deren nicht so viel, als in Europa und Asien, gefunden. — Man findet sie auch von allerley Gestalt und Größe.

Drittes Capitel.

Von dem magnetischen Anziehen und Zurückstoßen.

Die bis hieher entdeckten Arten der Anziehung lassen sich auf fünf verschiedene Classen bringen. Die erste ist die Anziehung der allgemeinen Schwere oder Gravitation, d. i. die Kraft, durch welche die Körper gegen

den Mittelpunct der Erde fallen, und die großen Weltkörper in unserm Planetensystem in ihren Bahnen erhalten werden. Die zweyte ist die Anziehung der Cohäsion, welche statt findet, wenn die Theile der Körper in genaue Berührung kommen, wenn z. B. zwo glatte und ähnliche Flächen von Metall, Glas, Marmor oder andern Materien an einander gedrückt werden. Die dritte ist die chymische Anziehung oder Verwandschaft, welche eine innige Vermischung und Veränderung zwoer oder mehrerer verschiedenen Substanzen veranlasset. Sie erfordert eine unmittelbare Berührung der Theile der Körper. Von dieser Art ist die Anziehung zwischen Säuren und Alkalien, Säuren und Metallen u. s. w. Die vierte ist die elektrische Anziehung, welche sich an allen elektrisirten Körpern zeigt, auf Substanzen von aller Art wirkt, und ihren Wirkungskreis auf eine beträchtliche Weite ausbreitet. Die fünfte endlich ist die magnetische Anziehung, welche blos auf das Eisen, oder auf solche Körper wirkt, welche Eisen in einem oder dem andern Zustande enthalten; wodurch man denn, außer noch andern besondern Kennzeichen diese Art der Anziehung leicht von den übrigen unterscheiden kann.

Bringt man ein Stück Eisen, Stahl, oder einen andern eisenartigen Körper, bis auf eine gewisse Entfernung, an den einen Pol eines Magnets, so wird es von demselben so angezogen, daß es an dem Magnete hängen bleibt, und sich nicht ohne merkliche Kraft von demselben trennen läßt. Diese Anziehung ist wechselseitig; das Eisen zieht den Magnet eben so sehr, als der Magnet das Eisen; denn wenn man beyde auf Holz legt, und auf dem Wasser schwimmen läßt, so findet man, daß sich das Eisen dem Magnete eben so sehr, als dieser jenem, nähert; und wenn das Eisen befestiget ist, so fährt der Magnet auf dasselbe zu.

Die Stärke oder der Grad der magnetischen Anziehung verändert sich nach verschiednen Umständen; nem-

lich nach der Stärke des Magnets, nach dem Gewichte und der Gestalt des dagegen gehaltenen Körpers, nach dem magnetischen oder unmagnetischen Zustande dieses Körpers, nach seiner Entfernung vom Magnet, u. s. w. Diese Umstände wollen wir nun der Reihe nach untersuchen.

Der Magnet zieht ein Stück weiches und reines Eisen stärker an, als irgend einen andern eisenartigen Körper von gleicher Gestalt und Schwere. Die Eisenerze, unter welche der natürliche Magnet mit gehöret, werden stärker oder schwächer angezogen, je nachdem sie eine größere oder geringere Anzahl metallischer Theilchen enthalten, je nachdem diese Theilchen in einem mehr oder weniger vollkommnen metallischen Zustande, und nachdem sie von weicherer oder härterer Beschaffenheit sind; alle Eisenerze aber, sowohl als hartes Eisen und Stahl, werden schwächer, als weiches Eisen, angezogen.

Bringt man ein Stück Eisen nach und nach gegen verschiedene Theile der Oberfläche eines Magnets, so wird man an den Polen desselben (d. i. an denjenigen Theilen der Oberfläche, welche, wenn der Magnet frey hängt, sich gegen Mitternacht und Mittag kehren) die Anziehung am stärksten finden; sie wird schwächer, je weiter der Theil der Oberfläche, gegen den man das Eisen hält, von den Polen entfernt ist; und an denjenigen Theilen, welche von beyden Polen gleich weit abstehen, ist nur sehr wenig oder gar keine Anziehung zu bemerken.

Nahe an der Oberfläche des Magnets ist die Anziehung am stärksten, und nimmt ab, je weiter man sich davon entfernet. Bringt man z. B. ein Stück Eisen in Berührung mit einem Pole eines Magnets von gnugsamer Stärke, so hängen beyde an einander an, und es wird eine gewisse Kraft erfordert, um sie zu trennen; hält man aber eben dasselbe Stück Eisen einen Zoll weit von eben diesem Pole des Magnets ab, so bemerkt man

zwar ebenfalls ein Bestreben, dasselbe anzuziehen; aber die Kraft, welche erfordert wird, das Eisen zurückzuhalten, damit es nicht an den Magnet hinfahre, ist weit geringer, als diejenige, welche man im ersten Falle nöthig hatte, um es davon zu trennen; und hält man das Eisen noch weiter, als um einen Zoll, ab, so ist die Anziehung noch schwächer u. s. f.

Obgleich die Anziehung zwischen dem Magnet und dem Eisen und andern eisenhaltigen Körpern in einer geringern Entfernung stärker, als in einer größern, ist, so hat man doch das Gesetz, nach welchem sich diese Abnahme richtet, aller wiederholten Bemühungen der größten Physiker und Mathematiker ungeachtet, noch nicht bestimmen können. Man weiß z. B. noch nicht, ob in einer gegebnen Distanz, die Anziehung eines Magnets überhaupt zweymal, dreymal oder in irgend einem andern Verhältnisse größer sey, als in einer doppelt so grossen Distanz. Zwar sollte man aus der Aehnlichkeit mit andern Wirkungen, deren Stärke, wenn sie sich von einem Mittelpuncte aus nach allen Seiten verbreiten, im umgekehrten Verhältnisse des Quadrats der Entfernung abnimmt, vermuthen, daß die magnetische Anziehung eben diesem Gesetze folgen werde; aber die Erfahrung bestätiget dieses nicht. Mehrere genaue Versuche, von verschiedenen Naturforschern angestellt, haben ganz verschiedene Resultate gegeben. Bey einigen schien die Anziehung ziemlich regelmäßig im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen selbst abzunehmen; bey andern aber nahm sie weit schneller, oder auch bey verschiedenen Entfernungen in ganz andern Verhältnissen ab, so daß man weiter keine allgemeine Folge daraus ziehen kann, als nur diese, daß die magnetische Anziehung nicht langsamer, als im umgekehrten Verhältnisse der Entfernung, abnimmt, d. h. daß sie in der doppelten Entfernung nur halb so stark, oder eher noch schwächer, in der dreyfachen

Entfernung nur ein Drittel, oder noch schwächer, u. s. f. ist. *)

Um dem Leser einen Begriff von der erwähnten Unregelmäßigkeit der magnetischen Anziehung, und von den Entfernungen selbst, bis auf welche sie sich erstreckt, zu geben, will ich vier Versuche beyfügen, welche der gelehrte Naturforscher **Musschenbroek** **) mit vieler Genauigkeit angestellet hat.

I **Versuch.** Ein Magnet von cylindrischer Gestalt, 2 Zoll lang und 16 Drachmen schwer, ward an die eine Schale einer genauen Wage gehangen, und unter denselben ward auf den Tisch ein eiserner Cylinder von eben derselben Gestalt und Größe gesetzt. Nach diesen Vorbereitungen ward der eiserne Cylinder nach und nach in verschiedene Entfernungen von dem Magnete gebracht, und in jeder Entfernung die Stärke der Anziehung zwischen Eisen und Magnet durch Gewichte bestimmt, welche in die andere Wagschale gelegt wurden. Die Resultate waren folgende:

Entfernung in Zollen.	Anziehung in Granen.
6	3
5	$3\frac{1}{2}$
4	$4\frac{1}{2}$
3	6
2	9
1	18
0	57.

II **Versuch.** Ein Magnet in Gestalt einer Kugel von 2 Zoll im Durchmesser, welcher etwas stärker als der

*) Aus einigen in der Folge anzuführenden Versuchen mit Magnetnadeln scheint zu folgen, daß die Anziehung im umgekehrten Verhältnisse des Würfels der Entfernung abnimmt.

**) Man s. dessen Introd. in Philos. nat. Cap. XIX.

vorige war, ward an die Wagschale gehangen; der vorige cylindrische Magnet aber auf den Tisch gestellt, mit aufwärts und gegen den Nordpol des sphärischen Magnets gekehrtem Südpole. In dieser Stellung des Apparats fanden sich folgende Anziehungen:

Entf. in Zollen.			Anz. in Granen.
6	=	=	21
5	=	=	27
4	=	=	34
3	=	=	44
2	=	=	64
1	=	=	100
0	=	=	200.

III **Versuch.** Statt des cylindrischen Magnets ward der eiserne Cylinder auf den Tisch und unter den kugelförmigen Magnet gestellt. Das Resultat war folgendes:

Entf. in Zollen.			Anz. in Granen.
6	=	=	7
5	=	=	$9\frac{1}{2}$
4	=	=	15
3	=	=	25
2	=	=	45
1	=	=	92
0	=	=	340. *)

IV **Versuch.** Statt des eisernen Cylinders ward eine eiserne Kugel von gleichem Durchmesser mit dem sphärischen Magnete auf den Tisch gestellt, und nun fand man die Anziehungen, wie folget:

*) Eben dieser Magnet zog einen kürzern eisernen Cylinder mit geringerer Kraft, aber nach eben denselben Verhältnissen an.

Entf. in Zollen.			Anz. in Granen.
8	.	.	1
7	.	.	2
6	.	.	3¼
5	.	.	6
4	.	.	9
3	.	.	16
2	.	.	30
1	.	.	64
0	.	.	290

Aus dem zweyten und dritten Versuche sieht man, daß der Magnet bey unmittelbarer Berührung einen andern Magnet nicht so stark, als ein Stück Eisen, anziehet. Dies haben auch viele andere Versuche bestätiget. Aber die Anziehung zwischen zween Magneten fängt in einer größern Entfernung an, als die zwischen Magnet und Eisen; daher muß auch das Gesetz des Abnehmens in beyden Fällen verschieden seyn.

Die Anziehung zwischen einem gegebenen Magnet und einem Stück Eisen ist einer Veränderung unterworfen, welche sich nach der Gestalt und dem Gewichte des Eisens richtet; es giebt dabey eine gewisse Grenze, bey welcher es der Magnet stärker anzieht, als er ein grösseres oder kleineres anziehen würde: man kann aber diese vortheilhafteste Schwere und Größe des Eisens nicht anders als durch wirkliche Versuche bestimmen, weil sie sich nach der verschiedenen Natur, Stärke und Gestalt des Magnets sowohl, als des Eisens, richtet.

Die magnetische Anziehung findet zwischen dem Magnet und solchen eisenartigen Körpern, welche vorher nicht magnetisch waren, oder auch zwischen den ungleichnamigen Polen zweener Magnete statt; bringt man aber zween Magnete mit ihren gleichnamigen Polen gegeneinander, so ziehen sie sich nicht an, sondern stoßen vielmehr einander zurück. Inzwischen trägt es sich dennoch oft zu,

daß zween Magnete einander anziehen, wenn gleich ihre Nordpole neben einander und auch ihre Südpole neben einander gestellt werden, und bisweilen zeigen sie unter diesen Umständen weder Anziehung noch Repulsion.

Um diesen scheinbaren Widerspruch erklären zu können, müssen wir zuförderst noch eines andern Phänomens gedenken, welches sich zeigt, wenn man ein Stück Eisen gegen den Magnet bringt; woraus sich noch sehr viele andere sonst unerklärbare Erscheinungen in der Lehre vom Magnete herleiten lassen.

Dieses Phänomen ist kürzlich folgendes. Wenn man ein Stück Eisen oder eine andere eisenartige Substanz dem Magnete bis auf eine gewisse Entfernung nähert, so wird es selbst ein Magnet, bekömmt seine Pole, seine anziehende Kraft, und jede andere Eigenschaft eines wirklichen Magnets. Derjenige Theil nemlich, welcher dem Magnete am nächsten ist, bekömmt eine demselben entgegengesetzte Polarität: wenn z. B. ein längliches Stück Eisen A B in die gehörige Entfernung von einem Magnete so gestellt wird, daß das Ende A gegen den Nordpol des Magnets kömmt, so wird dieses Ende A der Südpol und das andere Ende B der Nordpol des Eisens. Durch die Versuche im dritten Theile dieses Werks wird dieses Gesetz sehr deutlich bestätiget werden.

Diese magnetischen Eigenschaften, welche die Körper erhalten, wenn sie in den Wirkungskreis eines Magnets gebracht werden, erhalten sich in dem weichen Eisen nur so lange, als dasselbe in dem gedachten Wirkungskreise bleibt, und hören sogleich auf, wenn es aus der Nachbarschaft des Magnets entfernt wird. Beym gehärteten Eisen aber, und besonders beym Stahle, ist der Fall ein ganz anderer; je härter das Eisen oder der Stahl ist, desto länger erhält sich der im Wirkungskreise eines Magnets ihm mitgetheilte Magnetismus; es ist aber auch in eben dem Verhältnisse schwerer, ihm die magnetischen Eigenschaften mitzutheilen. Werden z. B. ein Stück

weiches Eisen und ein Stück harter Stahl von gleicher Größe und Gestalt, in den Wirkungskreis eines Magnets, auf einerley Entfernung, gestellet, so wird man das Eisen weit mehr magnetisch finden, als den Stahl; nimmt man aber den Magnet hinweg, so wird das Eisen seinen Magnetismus augenblicklich verlieren; der härtere Stahl hingegen wird ihn noch eine lange Zeit behalten.

Aus diesen Beobachtungen fließen zwo sehr deutliche Folgerungen; die erste, daß die Anziehung nie anders, als zwischen ungleichnamigen Polen zweener Magnete statt findet: denn das Eisen, oder der eisenartige Körper, den man gegen den Magnet hält, muß erst selbst ein Magnet werden, ehe er angezogen wird; die zweyte, daß ein Magnet das weiche Eisen darum stärker, als das harte, und weit stärker, als den Stahl anzieht, weil das harte Eisen, und vorzüglich der harte Stahl, gegen den Magnet gehalten, nicht so stark magnetisch wird, als das weiche Eisen.

Nunmehr können wir wiederum auf das magnetische Zurückstoßen kommen und zeigen, wie es zugehe, daß die gleichnamigen magnetischen Pole einander bald zurückstoßen, bald anziehen, bald gar nicht auf einander wirken.

Zwar bleibt das Gesetz, daß sich das Zurückstoßen nie anders, als zwischen gleichnamigen magnetischen Polen und fast eben so stark, als die Anziehung zwischen den ungleichnamigen, äußert, fest und unveränderlich. Allein es geschieht oft, daß ein Magnet, wenn er stärker, als der andere, ist, die Pole des leztern eben so ändert, wie er ein anderes seinem Wirkungskreise ausgesetztes Stück Eisen magnetisch macht. In diesem Falle scheinen sich die gleichnamigen magnetischen Pole anzuziehen; allein es ist dies in der That eine Anziehung zwischen ungleichnamigen Polen, weil der eine davon wirklich verändert und in einen entgegengesetzten verwandelt worden ist. Man setze z. B. einen starken Magnet mit seinem Nordpole sehr nahe an den Nordpol eines schwachen Magnets;

so werden beyde einander nicht zurückstoßen, sondern anziehen, weil derjenige Theil des schwachen Magnets, welcher vorher der Nordpol war, durch die Wirkung des starken Magnets in einen Südpol verwandelt worden ist.

Da Körper, welche schon magnetisch sind, dem Einflusse eines andern Magnets nicht so gar leicht nachgeben (weil sie ihrer Härte wegen immer fähig bleiben, ihren Magnetismus zu behalten), und da die Kraft des Magnets desto mehr abnimmt, je größer der Abstand von seiner Oberfläche wird, so folgt, daß, wenn der Nord- oder Südpol eines schwachen Magnets von einer beträchtlichen Entfernung her dem gleichnamigen Pole eines starken Magnets nach und nach genähert wird, der Pol des schwachen Magnets sich nicht so gar leicht verändern lasse; daher denn über eine gewisse Entfernung hinaus (nemlich ehe der gedachte Pol verwandelt wird) beyde Magnete einander zurückstoßen müssen; dagegen, wenn der schwache Magnet dem starken so nahe kömmt, daß sein Pol sich zu verwandlen anfängt, weder Anziehen noch Zurückstoßen statt finden kann; und endlich, wenn beyde Magnete einander noch mehr, als diese Grenze austrägt, genähert werden, der Pol des schwachen wirklich verwandelt wird, und eine Anziehung erfolgen muß.

Diesen Bemerkungen zufolge wird der scharfsinnige Leser sich leicht vorstellen können, daß die Abnahme der Repulsion zwischen gleichnamigen magnetischen Polen wenigstens eben so viel, wo nicht noch mehr Unregelmäßigkeit zeigen muß, als die Abnahme der Anziehung in verschiedenen Entfernungen. Man übersieht auch leicht, daß man auf sehr vielerley Umstände Achtung geben muß, wenn man das Gesetz dieses Abnehmens untersuchen will.

Weder das Anziehen noch das Zurückstoßen des Magnets wird durch dazwischengestellte Körper merklich geändert, von welcher Art auch diese Körper seyn mögen, wofern sie nur nicht Eisen sind, oder überhaupt Eisen

enthalten. Gesetzt, wenn ein Magnet einen Zoll weit von einem Stück Eisen abstehet, so sey eine Unze Kraft nöthig, um das letztere von dem erstern zu entfernen, oder, was eben so viel ist, die Anziehung beyder sey einer Unze gleich; so wird man immer noch eben diesen Grad der Anziehung unverändert finden, wenn gleich eine Platte von anderm Metall, oder von Glas, ein Papier, oder irgend ein anderer Körper zwischen den Magnet und das Eisen gestellt wird, oder wenn gleich beyde in besondere Kästchen von Glas oder anderer Materie eingeschlossen werden. Kurz, kein anderer Körper, als Eisen, oder was Eisen in metallischem Zustande enthält, kann das magnetische Anziehen und Zurückstoßen merklich ändern.

Die Wärme schwächt die Kraft des Magnets, und die Glühhitze zerstört sie gänzlich oder doch größtentheils. Schon darum allein, außer andern noch dazu kommenden Ursachen, muß man die Kraft der Magnete stets veränderlich finden.

Man kann die anziehende Kraft eines Magnets sehr beträchtlich verstärken, wenn man ihm nach und nach immer mehr Gewicht anhängt. Man wird auf diese Art finden, daß er den folgenden Tag immer etwas mehr, als am vorhergehenden, zu erhalten vermag; wenn man nun diesen Zusatz von Gewicht am folgenden Tage, oder einige Zeit hernach, hinzuthut, so findet man bald, daß er noch mehr zu erhalten vermögend sey, und so kann man immer weiter bis zu einer gewissen Grenze fortfahren.

Im Gegentheile kann der Magnet durch eine unschickliche Lage oder Stellung, oder durch allzuwenig angehangnes Gewicht, nach und nach viel von seiner Stärke verlieren.

Einige Schriftsteller haben behaupten wollen, daß in den nördlichen Welttheilen der Nordpol eines Magnets gewöhnlich etwas stärker, als der Südpol anziehe; da hingegen in den Südländern der Südpol der Magnete

eine stärkere anziehende Kraft äußere. Es ist aber dieses Gesetz noch nicht hinlänglich erwiesen.

Wenn man ein Stück Eisen von einiger Größe an den einen Pol eines Magnets hält, so wird dadurch die Anziehung des andern Pols verstärkt, so daß derselbe fähig wird, ein größeres Gewicht zu tragen.

Man hat bemerkt, daß unter den natürlichen Magneten die kleinsten gemeiniglich, im Verhältniß ihrer Größe, mehr Anziehungsvermögen besitzen, als die grössern. Oft haben natürliche Magnete, welche nicht über 20 bis 30 Gran wogen, eiserne Gewichte gehalten, welche 40 bis 50 mal schwerer, als sie selbst, waren. Man erzählt von einem in einen Ring gefaßten Magnete, welcher nur 3 Gran wog, und doch 746 Gran, oder beynahe das 250 fache seines eignen Gewichts aufheben konnte; und ich selbst habe einen gesehen, der nicht über 6 bis 7 Gran wiegen konnte, und doch ein Gewicht von beynahe 300 Gran zu heben vermögend war. Die Magnete von zwey Pfund hingegen tragen selten mehr Eisen, als etwa das 10 fache ihres eignen Gewichts.

Es fügt sich oft, daß ein natürlicher Magnet, den man aus einem großen Magnetsteine ausgeschnitten hat, ein größeres Gewicht zu tragen vermag, als der ursprüngliche große Magnetstein, aus dem er geschnitten ist, selbst. Dies muß man aus den heterogenen Bestandtheilen der großen Magnetsteine erklären; denn gesetzt, daß ein Theil des Steins eine große Menge reines und stark magnetisches Metall enthält, der übrige Theil aber unrein und mit andern Substanzen vermischt ist, so sieht man leicht, daß der unreine Theil nur die Wirkung des reinen hindert, und daher der letztere von dem übrigen abgesondert stärker, als das Ganze zusammen, wirken muß.

Da beyde magnetische Pole zusammen weit mehr Gewicht ziehen, als einer allein; gleichwohl aber die beyden Pole eines Magnets sich gemeiniglich an entgegengesetzten Stellen der Oberfläche befinden, bey welcher Lage

es fast unmöglich ist, ein Stück Eisen an beyde zugleich zu bringen; so pflegt man insgemein zwey breite Stücken weiches Eisen an die Pole des Magnets anzulegen, und beyde bis an einerley Seite desselben fortgehen zu lassen. In diesem Falle werden beyde Stücken Eisen selbst magnetisch, und man kann nun dasjenige, was angezogen werden soll, an ihre auf einerley Seite befindlichen Enden anlegen, so daß beyde Pole zugleich darauf wirken. Insgemein werden diese Stücken Eisen durch eine messingne oder silberne Fassung an den Magnet befestiget. Man nennt den Magnet in diesem Falle **armirt** oder **bewafnet**, und die eisernen Stücken selbst seine **Armatur** oder **Bewafnung**.

Taf. I. Fig. 1. stellet A B den Magnet selbst, CD, CD die Armatur oder die eisernen Platten vor, an deren Verlängerungen D, D das Eisen F angezogen und erhalten wird. Der punktirte Theil ECDCD ist die messingne Büchse oder Fassung mit dem Ringe E am obern Theile, an welchem der armirte Magnet aufgehangen werden kann. Auf diese Art wird es bewirkt, daß die beyden bey A und B befindlichen Pole des Magnets bey D und D wirken, wo das geradlinigt geformte Stück Eisen F sehr bequem angelegt werden kann.

In gleicher Absicht, und um die Armatur zu vermeiden, giebt man den künstlichen Magneten die Gestalt eines Hufeisens, in dessen abgestumpften Enden die Pole liegen; daher dieselben mehr, als die geradlinigten magnetischen Stäbe, zu wirken vermögend sind.

Viertes Capitel.

Von der Polarität des Magnets.

Es ist ein unveränderliches Gesetz in der Lehre vom Magnet, daß es keinen Magnet ohne Süd- und Nordpol giebt; oft aber hat auch ein Magnet mehr als zween

Pole, deren einige Nord- und die übrigen Südpole sind. Die Ursache dieser Mehrheit der Pole liegt theils in der Gestalt, theils in der heterogenen Beschaffenheit der Magnete. Man kann die Anzahl und Lage der Pole eines Magnets nicht anders, als durch wirkliche Versuche, entdecken; die Methode, sie zu bestimmen, ist diese, daß man die verschiedenen Theile der Oberfläche des zu untersuchenden Magnets nach und nach gegen den einen Pol eines andern frey aufgehangnen Magnets hält; denn diejenigen Theile, welche den letztern zurückstoßen, haben mit demselben einerley, diejenigen aber, welche ihn anziehen, haben eine verschiedene Polarität. Wird der Magnet z. B. gegen den Nordpol eines andern freyhängenden gehalten, so haben diejenigen Theile des erstern, welche den letztern zurückstoßen, eine nördliche, und diejenigen, welche ihn anziehen, eine südliche Polarität.

In Absicht auf die Magnete von mehr als zween Polen hat man zwey Gesetze zu bemerken. Das erste ist, daß die um einen Pol herum liegenden Theile eine entgegengesetzte Polarität haben; das andere, daß die Anzahl der gleichnamigen Pole eines Magnets der Anzahl derer, die den entgegengesetzten Namen führen, entweder gleich, oder doch nur um eins davon verschieden ist. Hat z. B. ein Magnet vier Südpole, so hat er entweder vier, oder drey oder fünf Nordpole.

Gute Magnete von gleichförmiger Structur und gehöriger Gestalt, haben nur zween Pole, und diese liegen an entgegengesetzten Stellen der Oberfläche; so daß eine Linie von einem zum andern gezogen durch den Mittelpunct des Magnets gehet. *)

*) Dies ist nicht so zu verstehen, als ob die Polarität eines Magnets sich blos in zween Puncten desselben zeigte; denn in der That hat die ganze Hälfte, oder wenigstens ein großer Theil des Magnets die eine Polarität, d. i das Vermögen, den gleichnamigen Pol eines andern Magnets zurückzustoßen; der übrige Theil aber hat die andere Polarität: und

Bey solchen Magneten heißt die Linie zwischen beyden Polen die **Axe** und der Durchschnitt der Oberfläche des Magnets mit einer durch die Mitte der Axe gehenden und auf derselben lothrecht stehenden Ebne, der **Aequator des Magnets**. Die Naturforscher scheinen dem Magnete, zur Nachahmung der Erdkugel, Pole, Aequator und Meridian beygelegt zu haben: oft hat man auch, um die Aehnlichkeit noch höher zu treiben, den Magneten die Gestalt einer Kugel gegeben, und die Pole nebst dem Aequator auf der Oberfläche bemerkt. Solche Magnete hat man **Terrellen, d. i. kleine Erdkugeln** genannt.

Wird ein Magnet in zwey oder mehrere Stücken zerbrochen, so ist jedes Stück für sich ein vollkommner Magnet, und hat zween, oft auch mehrere Pole. Doch hat nicht allezeit jedes Stück einerley Anzahl von Polen. Insgemein, wiewohl nicht immer, sind die Pole der Bruchstücke übereinstimmend mit den Polen, welche im ursprünglichen ganzen Magnete ihnen am nächsten lagen.

Wenn ein Magnet sich frey bewegen kann, wie z. B. wenn er an einem feinen Faden aufgehangen wird, oder an ein Holz befestiget auf dem Wasser schwimmt, oder auf einer Spitze im Gleichgewichte liegt, und durch kein benachbartes Eisen gestöret wird, so richtet er sich von selbst so, daß er seinen Nordpol gegen Mitternacht, und seinen Südpol gegen Mittag kehret. Ueberdies neigt er sich auch mit dem einen Pole unter den Horizont, und erhebt sich zugleich mit dem andern über denselben. Von dieser letztern Eigenschaft, der Neigung oder Inclination, werden wir in dem folgenden Capitel handeln, und gegenwärtig bloß bey der erstern stehen bleiben.

Wenn ein frey aufgehangner Magnet nur zween Pole hat, so stellt er sich von selbst sehr leicht in den magnetischen Meridian, oder in die Verticalebne, in welche

die Pole selbst sind nur diejenigen Puncte, wo dieses Vermögen am stärksten ist.

auch andere gute Magnete sich gewöhnlich stellen: hat er aber mehr als zween Pole, so können dieselben so liegen, daß er sich nicht gehörig richtet, ob er gleich die übrigen magnetischen Eigenschaften, Anziehung, Zurückstoßen u. s. w. zeiget. Gesetzt z. B. ein länglich geformter Magnet habe an beyden Enden eine gleich starke nördliche, in der Mitte hingegen eine südliche Polarität; so ist es offenbar, daß jedes Ende ein gleiches Bestreben äußern wird, sich gegen Norden zu kehren, daher keines das andere überwinden, und der ganze Magnet sich nicht richten kann *). Zwar trifft es sehr selten zu, daß beyde Enden, wenn sie einerley Polarität haben, dieselbe auch in vollkommen gleicher Stärke besitzen; daher wird sich ein solcher Magnet, den vorhin erwähnten Fall ausgenommen, allezeit noch richten; da aber doch der Fall sich bisweilen bey natürlichen Magneten ereignet hat, auch durch die Kunst, obgleich nicht ohne Schwierigkeit, hervorgebracht werden kann, so muß man den Anfänger im Experimentiren davon benachrichtigen, um Irrthümern und Mißverständnissen vorzubeugen.

Dieses Vermögen des Magnets, sich zu richten, ist die bewundernswürdigste und zugleich die nützlichste Eigenschaft dieses Körpers. Durch sie werden die Schiffer in den Stand gesetzt, ihre Schiffe, weit über den Gesichtskreis des festen Landes hinaus, in jeder verlangten Richtung durch weite Meere zu führen: durch sie werden die Bergleute bey ihren unterirdischen Arbeiten, und die Reisenden durch einsame sonst unzugängliche Wüsten geleitet. Die gewöhnliche Methode ist, ein längliches Stück magnetischen Stahl (d. i. einen künstlichen Magnet) so aufzulegen, daß er sich sehr frey bewegen kann. Es wird sich alsdenn allezeit von selbst in die Mittagsfläche, oder doch nicht weit von derselben ab, stellen, d. h. es wird sich mit

*) Daß beym Entzweybrechen eines solchen Magnets beyde Theile sich sehr leicht richten werden, ist kaum nöthig zu bemerken.

dem einen Ende gegen Norden und mit dem andern gegen Süden kehren. Durch Visiren nach der Richtung dieses Magnets oder der Magnetnadel kann man nun seinen Weg so lenken, daß er mit dieser Richtung jeden gegebnen Winkel macht, oder, was eben so viel ist, daß er in jeder verlangten Richtung nach den Weltgegenden fortgeht. Man setze z. B. ein Schiff, welches von einem gewissen Orte ausläuft, solle nach einem andern Platze gehen, der von jenem genau westwärts liegt; so muß in diesem Falle das Schiff so gerichtet werden, daß sein Lauf mit der Lage der Magnetnadel allezeit einen rechten Winkel macht, und daß das nördliche Ende der Nadel auf die rechte, das südliche hingegen auf die linke Seite des Schiffs zeiget; denn da die Magnetnadel von Süden nach Norden gerichtet ist, so muß die Richtung von Osten nach Westen, nach welcher das Schiff gehen soll, mit derselben genau einen rechten Winkel machen. Einiges Nachdenken wird leicht zeigen, wie das Schiff in jeder andern Richtung gesteuret werden müsse.

Ein künstlicher Magnet von Stahl, zu dieser Absicht in ein schickliches Gehäuse eingeschlossen, heißt ein **Schifscompaß, Seecompaß**, oder schlechthin ein **Compaß** *)

*) Die anziehende Kraft des Magnets ist schon im entferntesten Alterthume bekannt gewesen; sie wird vom Homer, Pythagoras, Aristoteles, Plato und andern erwähnt. Auch kannten sie die Juden. Man s. Kircher De magnete L. I. Cap. V. Von der Kenntniß der Polarität hingegen, oder von der Entdeckung des Nutzens der Magnetnadel in Europa, findet man keine Spuren vor dem 13ten Jahrhunderte.

Es ist über die Ehre dieser Erfindung viel gestritten worden; nach dem übereinstimmenden Zeugnisse der meisten Schriftsteller aber scheint ein gewisser Flavio Gioja oder Giova, oder auch Giri, ein Neapolitaner im 13ten Jahrhunderte, die meisten Ansprüche auf den Ruhm dieser Entdeckung zu haben. D. Gilbert, ein englischer Schriftsteller des 16ten Jahrhunderts, versichert in seinem Buche vom Magnete (De Magnete Lond. 1600 fol.) daß Marco Polo

Obgleich der Nordpol der Magnete sich an allen Orten der Erde beynahe gegen Mitternacht kehret, so trift es doch sehr selten, daß er sich genau gegen den Mitternachtspunkt wendet; und daß also der Südpol des Magnets genau gegen den Mittagspunkt gekehrt ist. Dies heißt mit andern Worten: der magnetische Meridian fällt selten genau in den wahren Meridian

aus Venedig die Erfindung des Compasses von den Chinesern gelernt, und im Jahre 1260 nach Italien gebracht habe. Ein andrer Reisender versichert, er habe in Ostindien im Jahre 1500 einen Piloten gesehen, der seinen Lauf mittelst einer auf die jezt gewöhnliche Art gestalteten und eingerichteten Magnetnadel gelenkt habe; und Barlow erzählt in seinem 1597 geschriebnen *Navigator's Supply*, es hätten ihm zween Ostindianer in einer Unterredung versichert, daß sie sich anstatt unsers Compasses, einer 6 Zoll langen Magnetnadel bedienten, welche schwebend auf einer Spitze läge, und sich auf einem mit Wasser gefüllten Teller von weißer chinesischer Erde befände, auf dessen Boden zwo einander kreuzende Linien die vier Hauptwinde bezeichneten, die weitern Abtheilungen des Horizonts aber der Geschicklichkeit ihrer Piloten überlassen blieben. Da aber die beyden leztern Bemerkungen der Zeit nach weit neuer sind, als der Gebrauch der Magnetnadel in Europa, so beweisen sie nichts für die ursprüngliche Entdeckung derselben, indem die Magnetnadel durch irgend einen Europäer in Asien könnte eingeführet worden seyn.

Der P. Duhalde hat in seiner allgemeinen Geschichte von China, im ersten Bande, in den Annalen des chinesischen Reichs, wo er von dem Kayser Hoang-Ti, und dessen Schlacht gegen den Tschi-Yeou redet, folgende Stelle: „Als er bemerkte, „daß ein dicker Nebel den Feind vor seinem ihn verfolgenden „Heere schützte, und daß die Soldaten den rechten Weg ver„lohren, so machte er einen Wagen, welcher ihnen die vier „Weltgegenden zeigte: durch dieses Mittel überholte er den „Tschi-Yeou, nahm ihn gefangen, und tödtete ihn. Einige „sagen, es wären auf diesem Wagen auf einer Platte, die Fi„guren einer Ratze und eines Pferdes eingegraben, und eine „Nadel darunter gestellt gewesen, um die vier Weltgegenden „zu bestimmen. Dies würde auf einen uralten aber sehr wohl „bestätigten Gebrauch des Compasses, oder doch auf etwas sehr „ähnliches hinweisen."

des Orts, und weicht insgemein um einige wenige Grade ostwärts oder westwärts von dem letztern ab. Diese Abweichung ist sowohl auf dem Lande als zur See, nicht an allen Orten einerley, ändert sich auch von Zeit zu Zeit an einem und eben demselben Orte. In London z. B. ist die

Eben derselbe sagt an einer andern Stelle dieses Buchs, wo er von gewissen Abgesandten redet: „Nachdem sie ihre Abschiedsaudienz erhalten hatten, um nun wieder in ihre Heimath zurück zu kehren, so gab ihnen Tscheou-Kong ein „Werkzeug, welches sich mit einer Seite gegen Norden, und „mit der entgegengesetzten gegen Süden kehrte, um ihre Rich„tung auf dem Rückwege besser, als auf der Reise nach China, „finden zu können. Dieses Werkzeug ward Tschi-Nan ge„nannt, welches eben der Name ist, den die Chineser heut zu „Tage dem Seecompasse geben. Dies hat die Muthmaßung „veranlasset, daß Tscheou-Kong den Compaß erfunden habe." Diese Begebenheit fällt in den 22sten Cykel, ohngefähr 1040 Jahre vor Christi Geburt.

Dagegen führt Renaudot sehr starke Gründe gegen die Bekanntschaft der alten Chineser und Araber mit dem Seecompaß an. Man s. Kircher de Magnete, L. I, Cap. V.

Sir Georg Wheeler will ein astronomisches Buch gesehen haben, welches älter als das Jahr 1302 sey, und des Gebrauchs der Magnetnadel in der Sternkunde, nicht aber bey der Schiffahrt, erwähne. Guyot de Provins, ein alter französischer Dichter, welcher um das Jahr 1180 schrieb, gedenkt des Magnetsteins und des Compasses ausdrücklich, und spielt auch nicht undeutlich auf den Gebrauch desselben zur Schiffahrt an.

Der spanische Jesuit Pineda und Kircher behaupten, daß Salomo den Gebrauch des Compasses gekannt habe, und daß dessen Unterthanen sich desselben bey ihren Seereisen bedienet haben.

Aller vorstehenden Bemerkungen ungeachtet, bleibt es immer sehr zweifelhaft, ob der Gebrauch des Compasses zur Schiffahrt, oder überhaupt die Polarität des Magnets irgend einem Volke eher bekannt gewesen sey, als die Europäer sich dessen zu bedienen angefangen haben, welches um die Zeit des 13ten Jahrhunderts geschehen ist, da der oben angeführte Flavio von Gioja, wo nicht der Erfinder, doch wenigstens der erste war, der sich des Compasses zu Führung der Schiffe im mittelländischen Meere bediente.

Declination eine andere, als in Paris, oder auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung; auch ist sie in London selbst, und an andern Orten nicht mehr diejenige, die sie vor 20 Jahren oder vor einer andern Zeit war. Man bemerkt diese Veränderung oder **Variation** der Abweichung sogar binnen dem kurzen Zeitraume einer Stunde, oder eigentlicher zu reden, der magnetische Meridian verändert seine Lage an einem und eben demselben Orte der Erde unaufhörlich.

Man kann diese Variation nicht von Mängeln in der Verfertigung der Magnetnadeln, oder von der verschiedenen Stärke der Magnete herleiten, weil alle Magnete und Nadeln, die sich an einerley Orte befinden, genau eben dieselbe Abweichung zeigen, wofern sie nur frey genug aufgestellt und von allem Einflusse auf einander selbst oder von der Einwirkung anderer eisenartigen Körper genugsam entfernt sind. *)

Die Unzuverlässigkeit dieser Abweichung an den verschiedenen Stellen der Erde macht eines der größten Hindernisse aus, welche der Vervollkommnung der Schiffahrt entgegen stehen. Die Naturforscher haben daher keine Mühe gespart, um die Ursache derselben zu untersuchen, und die aus derselben nothwendig entspringenden Fehler, wo möglich, zu berichtigen; aber noch bis jezt ist aller angewendete Fleiß nicht hinlänglich gewesen, um diesen dunkeln Theil der Lehre vom Magnet aufzuklären.

*) Die Entdeckung der Abweichung der Magnetnadel wird insgemein dem Sebastian Cabot, einem Venetianer, zugeschrieben, der sie im Jahre 1500 zuerst bemerkt haben soll; wiewohl es eigentlich Columbus gewesen ist, der sie, wie in seinem Leben angeführt wird, im Jahre 1492 auf seiner ersten Reise nach Amerika entdeckt hat; die Variation der Abweichung aber, oder eigentlich die Verschiedenheit der Declination an einem und eben demselben Orte zu verschiedenen Zeiten hat Gellibrand Professor im Greshams Collegium, um das Jahr 1625 entdeckt.

Schon seit der ersten Entdeckung der Abweichung der Magnetnadel sind die Gelehrten sowohl zu Lande, als zur See, unablässig bemühet gewesen, die Größe derselben an verschiedenen Orten zu bestimmen. Ihre Beobachtungen hierüber sind nicht nur in Büchern aufgezeichnet, sondern auch auf den besten Seekarten zum Gebrauch der künftigen Seefahrer bemerkt worden; gleichwohl können diese Beobachtungen nur für wenige Jahre dienen, weil die Abweichung, selbst an einem und eben demselben Orte, schwankend und unbeständig ist. Auch hat man bisher noch kein Gesetz oder Periode dieser Veränderung entdecken können, ob man gleich zu Erklärung derselben verschiedene Hypothesen entworfen hat.

Als ich die erste Anlage zu gegenwärtigem Werke zu machen anfieng, war es meine Absicht, in demselben alle Beobachtungen über die Declination der Magnetnadel, welche in den verschiedenen Theilen der Welt und zu verschiedenen Zeiten gemacht worden sind, zum Gebrauche derjenigen zusammen zu tragen, welche über die Ursache oder Periode dieser Veränderung Untersuchungen anstellen wollten. Nachdem ich aber die Beobachtungen verschiedener Seefahrer und anderer aus den Reisebeschreibungen u. dergl. ausgezogen hatte, fand ich, daß die Menge dieser Beobachtungen allein, die übrigen Theile dieser Lehre ungerechnet einen größern Band, als gegenwärtiges Werk, ausfüllen würde. Da ich nun überlegte, daß dieser hinzukommende Band bloß einigen wenigen speculativen Köpfen brauchbar seyn würde (und wahrscheinlich würde nicht einmal eine brauchbare Theorie daraus entstehen, weil, wie ich in der Folge umständlicher anführen werde, die Ursache, von welcher die Abweichung und ihre Veränderung abzuhängen scheint, selbst sehr schwankend und unregelmäßig ist), so beschloß ich, mich damit zu begnügen, daß ich bloß ein Verzeichniß einiger wenigen Beobachtungen aus verschiedenen Theilen der Welt, nebst denen, welche in London zu verschiedenen Zeiten angestellt worden sind, beyfügte.

Ich werde alsdann dieses Capitel mit einigen allgemeinen Bemerkungen über die Declination, und mit einem Beyspiele der täglichen Variation beschließen.

Anmerkung. In der folgenden Tabelle wird unter östlicher und westlicher Abweichung dieses verstanden, daß das nördliche Ende der Magnetnadel auf die östliche oder westliche Seite der Mittagsfläche des Orts hinüberweiset.

Breite Nördl. °	′	Länge Westl. °	′	Abweichung Oestl. °	′	Jahre der Beobachtung
70	17	163	24	30	21	1779
69	38	164	11	31	0	1778
66	36	167	55	27	50	
65	43	170	34	27	38	
63	58	165	48	26	25	
59	39	149	8	22	54	
58	14	139	19	24	40	
55	12	135	0	23	29	
53	37	134	53	20	32	
50	8	4	40	20	36	1776
48	44	5	0	22	38	
40	41	11	10	22	27	
33	45	14	50	18	7	
31	8	15	30	17	43	
28	30	17	0	14	0	
23	54	18	20	15	4	
20	30	20	3	14	35	
19	45	20	39	13	11	
16	37	22	50	10	33	
15	25	23	36	9	15	
13	32	23	45	9	25	
12	21	23	54	9	48	
11	51	24	5	8	19	
8	55	22	50	8	58	

Breite Südl. °	′	Länge Westl. °	′	Abweichung Oestl. °	′	Jahre der Beobachtung
6	29	20	5	9	44	1776
4	23	21	2	9	1	
3	45	22	34	8	27	
2	40	24	10	7	42	
1	14	26	2	5	35	
0	51	27	10	4	59	
0	7	27	0	4	27	
Südl.						
1	13	28	58	3	12	
2	48	29	37	2	52	
3	37	30	14	2	14	
4	22	30	29	2	54	
5	0	31	40	1	26	
6	0	32	50	0	6	
6	45	33	30	0	35	
				Westl.		
7	50	34	20	0	7	
8	43	34	20	0	15	
				Oestl.		
9	1	34	50	0	44	
				Westl.		
10	4	34	49	0	38	
				Oestl.		
12	40	34	49	1	12	
13	23	34	49	1	1	
14	11	34	49	1	9	
15	33	34	40	1	15	
16	12	35	20	2	4	
18	30	35	50	3	2	
20	8	36	1	5	26	
21	37	36	9	3	24	
24	17	36	8	3	24	
26	47	34	27	3	44	

Breite Südl. °	′	Länge Westl. °	′	Abweichung Oestl. °	′	Jahre der Beobachtung
28	19	32	20	1	58	1776
30	25	26	28	2	37	
				Westl.		
33	43	16	30	4	44	
35	37	9	30	5	51	
38	52	23	20	22	12	
		Oestl.		Oestl.		
40	36	173	34	13	47	
42	4	167	32	13	17	
				Westl.		
44	52	155	47	9	28	
46	15	144	50	14	48	
48	41	69	10	27	39	

Abweichungen der Magnetnadel zu London in verschiedenen Jahren.

Jahre	Abweichung °	′	
1576	11	15	Oestl.
1580	11	11	Oestl.
1612	6	10	Oestl.
1622	6	0	Oestl.
1633	4	5	Oestl.
1634	4	5	Oestl.
1657	0	0	Westl.
1665	1	22½	Westl.
1666	1	35½	Westl.
1672	2	30	Westl.
1683	4	30	Westl.
1692	6	0	Westl.
1700	8	0	Westl.
1717	10	42	Westl.

Jahre	Abweichung °	′	
1724	11	45	Westl.
1725	11	56	
1730	13	0	
1735	14	16	
1740	15	40	
1745	16	53	
1750	17	54	
1760	19	12	
1765	20	0	
1770	20	35	
1774	21	3	
1775	21	30	

Als die Variation der Magnetnadel zuerst entdeckt ward, war die Abweichung zu London und an vielen andern Orten auf dem festen Lande östlich. Die Nadel hat sich seitdem immerfort mehr gegen Westen gewendet, so daß sie im Jahre 1657 gerade gegen Norden und Süden stand; jetzt aber ohngefähr um 22 Grade westwärts abweicht. Dieser allmählige Fortgang der Nadel von Osten nach Westen ist auch an verschiedenen andern Orten wahrgenommen worden; aber in andern Theilen der Welt hat sich die Abweichung weder mit eben dieser Geschwindigkeit, noch in dieser Richtung verändert. Auch ist das Zunehmen der westlichen Abweichung eben nicht sehr regelmäßig gewesen; wenn sie z. B. in einem Jahre um 10 Minuten zugenommen hatte, so ist dies nicht beständig in jedem folgenden Jahre wieder um 10 Minuten fortgegangen, wenn sich auch gleich bisweilen einige wenige Jahre hindurch ein ziemlicher Grad von Regelmäßigkeit zeiget. Kurz, die bisherigen Beobachtungen und Theorien über die Variation der Magnetnadel geben noch kein Mittel an, die Abweichung an einem gegebnen Orte und für eine gegebne Zeit mit einiger Zuverlässigkeit vorherzusagen.

Die tägliche Variation zeigt ganz deutlich den Einfluß der Wärme und Kälte; ob sie gleich nicht allezeit mit selbiger in genauem Verhältnisse steht, woraus folgt, daß die Wärme nicht die einzige Ursache ist, von der sie abhängt.

Ich will nun noch als ein Beyspiel der täglichen Variation einige Beobachtungen beyfügen, welche über dieselbe zu verschiedenen Stunden eines und eben desselben Tages gemacht worden sind, und dazu die mittlere Variation für jeden Monat im Jahre, nach den Beobachtungen des verstorbenen Herrn **Canton** *) hinzusetzen.

Abweichung der Magnetnadel zu verschiedenen Stunden eines Tages.

Am 27sten Junius 1759.

	Uhr.	Min.	Abweichung °	'	Grade des fahrenh. Therm.
Vormitt.	0	18	18	2	62
	6	4	18	58	62
	8	30	18	55	65
	9	2	18	54	67
	10	20	18	57	69
	11	40	19	4	68½
Nachmitt.	0	50	19	9	70
	1	38	19	8	70
	3	10	19	8	68
	7	20	18	59	61
	9	12	19	6	59
	11	40	18	51	57½

*) Man s. Philos. Trans. Vol. LI. Von den Abweichungen der Nadel an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten findet man mehr in den Philosophical Transactions, in der *Histoire de l'Acad. de Paris*, in den Abhandlungen anderer Akademien, den von Bayly und Wales herausgegebnen Beobachtuntungen auf Cooks Seereisen u. s. w.

Mittlere Variation für jeden Monat im Jahre.

Januar	-	7′	8″
Februar	-	8	58
März	-	11	17
April	-	12	26
May	-	13	0
Junius	-	13	21
Julius	-	13	14
August	-	12	19
September		11	43
October	-	10	36
November		8	9
December	-	6	58

Fünftes Capitel.

Von der Neigung des Magnets.

Man nehme einen kugelförmigen Magnet, oder, was man leichter haben kann, einen von länglicher Gestalt, wie SN, Taf. 1. Fig. 2., wo N der Nordpol, das andere Ende S der Südpol und A die Mitte oder der Aequator ist. Man lege denselben horizontal auf einen Tisch CD, nehme alsdann einen andern kleinen länglichen Magnet ns (zu welcher Absicht man eine gemeine kleine Nähnadel, welche man magnetisch gemacht hat, vollkommen wohl gebrauchen kann), und hänge denselben an einem feinen um seine Mitte gebundenen Faden so auf, daß er in einer horizontalen Lage bleibt, wenn er nicht durch einen andern Magnet gestört wird. Wenn man nun diesen kleinen Magnet, den man an dem obern Theile des Fadens hält, genau über die Mitte des größern Magnets, etwa 2 bis 3 Zoll weit von demselben hält, so wird er sich so drehen, daß sein Südpol s gegen den Nordpol N des größern Magnets, und sein Nordpol n gegen den Süd-

pol S des größern gekehrt ist; dem im vorigen erwähnten magnetischen Gesetze zufolge, daß die ungleichnamigen Pole einander anziehen. Man wird ferner bemerken, daß der kleine Magnet, so lang er genau über die Mitte des größern A gehalten wird, mit dem letztern parallel und folglich in einer horizontalen Lage bleibt, weil seine Pole gleich weit von den entgegengesetzten Polen des größern abstehen, und also gleich stark von denselben angezogen werden. Bringt man aber den kleinen Magnet ein wenig näher an das eine Ende des größern, so wird sich der eine Pol desselben, derjenige nemlich, welcher dem entgegengesetzten Pole des größern Magnets am nächsten steht, niederwärts neigen, und folglich der andere sich über die Horizontallinie erheben. Es fällt in die Augen, daß diese Neigung desto größer werden muß, je näher der kleine Magnet dem Pole des größern steht, weil alsdann die Anziehung des nächsten Pols desto mehr Gewalt über ihn hat. Wird endlich der kleine Magnet gerade dem einen Pole des größern gegen über gestellt, so dreht er sich mit seinem entgegengesetzten Pole gegen denselben, und stellt sich von selbst in eine gerade Linie mit der Axe des größern Magnets. Man sehe die Figur.

Wenn man diesen sehr leichten Versuch übersiehet, so darf man sich, um die Erscheinungen der Neigung der Magnetnadel auf der Oberfläche der Erde zu verstehen, nur die Erde als den großen, und die Nadel oder jeden andern Magnet, als den kleinen Magnet beym vorigen Versuche vorstellen. Denn wenn man annimmt, daß der Nordpol der Erde eine südliche, und der entgegengesetzte Erdpol eine nördliche Polarität habe, so folgt, wie es auch die Erfahrung wirklich bestätiget, daß ein gehörig gestalteter und frey aufgehangener Magnet an den Aequator der Erde gehalten in einer horizontalen Stellung bleiben, und näher gegen einen von den Erdpolen gebracht sich mit demjenigen Ende neigen muß, welches die diesem Pole entgegengesetzte Polarität hat; daß ferner diese Neigung desto

stärker werden muß, je weiter der Magnet oder die Nadel vom Aequator der Erde entfernt wird; daß endlich die Nadel genau auf einen Pol der Erde gebracht, lothrecht auf den Boden, d. i. in einer Linie mit der Erdaxe stehen muß. Diese Richtung der Magnetnadel an einem bestimmten Orte heißt die **magnetische Linie**.

Man darf sich nicht darüber verwundern, daß dem Nordpole der Erde eine südliche Polarität beygelegt wird; es wird damit nur so viel gemeint, daß seine Polarität derjenigen entgegengesetzt ist, welche an den ihm entgegen gekehrten Enden der Magnetnadeln statt findet. Da wir aber diese Enden der Nadeln ihre Nordpole nennen, so müssen wir dem Nordpole der Erde nothwendig die entgegengesetzte, d. i. eine südliche Polarität beylegen. Eben diese Bemerkung gilt auch mit gehöriger Veränderung der Namen vom Südpole der Erde, dem man also eine nördliche Polarität zuschreiben muß.

Daß der ganze Erdkörper als ein wirklicher Magnet wirke, gründet sich nicht bloß als Voraussetzung auf die Aehnlichkeit zwischen den Erscheinungen der Inclinationsnadel und des oben angeführten Versuchs; sondern es wird auch durch viele andere Versuche und Beobachtungen so gewiß bestätigt, daß es Scepticismus seyn würde, daran zu zweifeln: inzwischen wollen wir diesen Satz im folgenden Theile umständlicher untersuchen.

Wenn die Pole der Erde, d. i. die Endpunkte der Axe, um welche sie sich täglich drehet, mit ihren magnetischen Polen coincidirten, oder wenn auch nur die magnetischen Pole von jenen stets gleich weit entfernt wären, so würde die Neigung der Magnetnadel regelmäßig seyn, und den Schiffern große Vortheile gewähren. Denn es würde nicht schwer fallen, den Grad der Neigung der Nadel für jede gegebne Breite durch mathematische Methoden zu bestimmen; mithin würden die Seefahrer aus Beobachtung der wirklichen Neigung an dem Orte, wo sie sich befänden, die Breite desselben erfahren können. Die Sache

verhält sich aber ganz anders. Die magnetischen Pole der Erdkugel verändern ihre Lage unaufhörlich, und ohne dabey ein bekanntes Gesetz oder eine bestimmte Periode zu halten: daher ist die Neigung der Nadel an einerley Orte eben sowohl, als ihre horizontale Richtung, beständigen Veränderungen unterworfen; auch verändert sie sich an einem Orte mehr, am andern weniger oder gar nicht, so daß man die wahre Neigung für einen gegebnen Ort, nicht anders, als durch wirkliche Beobachtung, bestimmen kann.

Hier folgen noch einige wenige Beobachtungen der Neigung der Magnetnadel an verschiedenen Orten.

Breite Nördliche.		Länge Oestliche.		Neigung des nördl. Endes der Nadel.		Jahr der Beobachtung.
°	'	°	'	°	'	
53	55	193	39	69	10	1778.
49	36	233	10	72	29	
		Westl.				
44	5	8	10	71	34	1776.
38	53	12	1	70	30	
34	57	14	8	66	12	
29	18	16	7	62	17	
24	24	18	11	59	0	
20	47	19	36	56	15	
15	8	23	38	51	0	
12	1	23	35	48	26	
10	0	22	52	44	12	
5	2	20	10	37	25	
Südl.						
0	3	27	38	30	3	
4	40	30	34	22	15	
7	3	33	21	17	57	
11	25	34	24	9	15	

Breite Südlich. °	′	Länge Oestlich. °	′	Neigung des südl. Endes der Nadel. °	′	Jahr der Beobachtung.
16	45	208	12	29	28	1776.
19	28	204	11	41	0	
21	8	185	0	39	1	1777.
35	55	18	20	45	37	1774.
41	5	174	13	63	49	1777.
45	47	166	18	70	5	1773.

Man kann in Absicht auf die Neigung der Nadel zwo Hauptbemerkungen machen; die erste, daß man ihre Veränderung keineswegs regelmäßig findet, wenn man längst eines Mittagskreises von Norden nach Süden, oder von Süden nach Norden fortgeht; die zwote, daß ihre Veränderung an einerley Orte, zu verschiedenen Zeiten, sehr gering ist. So stand in London um das Jahr 1576 der Nordpol der Nadel 71° 50′ unter der Horizontalfläche, und im Jahre 1775, 72° 3′, daß also die Veränderung der Neigung in so vielen Jahren noch nicht den vierten Theil eines Grades beträgt, welchen kleinen Unterschied man sogar den Fehlern der Werkzeuge zuschreiben könnte, welche selbst heut zu Tage noch weit von der gehörigen Vollkommenheit entfernt sind.

Sechstes Capitel.

Von den verschiedenen Körpern, welche vom Magnet angezogen werden.

Eigentlich zu reden, zieht der Magnet blos das Eisen an, in welchem Zustande dieses Metall auch immer seyn mag; da aber sehr viele natürliche Körper zu wenig Eisen enthalten, als daß man sie eisenhaltig nennen könnte,

und dennoch vom Magnet angezogen werden, so wird es sehr schicklich seyn, in gegenwärtigem Capitel dieser Körper zu gedenken. Man wird nicht allein hieraus sehen, wie häufig das Eisen durch den ganzen Umfang der Naturproducte zerstreut sey, sondern es werden auch diese Bemerkungen vielleicht Anlaß zu weitern Entdeckungen in der Lehre vom Magnet, und in andern Zweigen der Naturkunde geben.

Das Verzeichniß dieser Körper ist sehr weitläufig, da es fast gar keine Substanz giebt, welche nicht entweder von Natur fähig wäre, vom Magnet angezogen zu werden, oder die nicht wenigstens durch die Wirkung des Feuers diese Fähigkeit einigermaßen erlangen könnte.

Das Eisen wird zwar nach dem verschiedenen Zustande, in welchem es sich befindet, mit verschiedener Stärke angezogen; es wird aber doch nie ganz unempfindlich gegen die magnetische Kraft. Auch der reinste Kalk und die vollkommenste Auflösung dieses Metalls werden, wie man durch genaue Untersuchung gefunden hat, noch in einigem Grade vom Magnete angezogen.

Weiches und reines Eisen von gleichförmiger Structur wird stärker angezogen, als das harte, oder als irgend eine andere Art von Eisen. Der Stahl, besonders der gehärtete, wird weit schwächer angezogen, als Eisen. Die Schuppen oder Schlacken, welche vom glühenden Eisen beym Hämmern abspringen, und die durchs Feuerschlagen abgerissenen und verbrannten Stahltheilchen werden vom Magnet eben so, wie gleich große Stücken von gutem Eisen, angezogen.

Der schwarze Eisenkalk wird sehr wenig angezogen. Auch der gelbe, oder der Rost, er mag nun durch Säuren, oder durch Feuer, oder durch Aussetzung an die Luft, entstanden seyn, wird sehr wenig angezogen; doch wird er nie ganz unempfindlich gegen die Wirkung des Magnets, wenn er gleich zu wiederholten malen gewaschen und gereiniget wird.

Wenn die Eisentheilchen die Gestalt schwarzer Schuppen, oder auch des gelben Kalks haben, so sind sie oft von der Beschaffenheit (vielleicht wegen ihrer Härte), daß sie durch den Einfluß eines starken Magnets eine schwache, aber doch merkliche Polarität erhalten. Verwechselt man alsdann die Pole des dagegen gehaltenen Magnets, so drehen sie sich dem gemäß um; ob sie gleich mehrentheils von beyden Seiten gleich stark angezogen werden.

Nicht allein der verschiedene Grad der Reinigkeit wirkt auf die Anziehung zwischen Magnet und Eisen, sondern auch die Größe des Eisens macht darin eine beträchtliche Veränderung. Ein Stück Eisen von einer gewissen Größe, welche, wie wir im dritten Capitel bemerkt haben, für jeden Magnet durch Versuche bestimmt werden muß, wird stärker angezogen, als ein größeres oder kleineres Stück, oder als mehrere Stücken, welche zusammen jenem an Gewichte gleich sind. Hieraus folgt, daß eine bestimmte Quantität Eisen mit der geringsten Kraft angezogen wird, wenn man es in kleine Stückchen oder in ein feines Pulver verwandelt.

Die Eisenerze werden mehr oder weniger angezogen, je nachdem sie eine größere oder geringere Menge Metall enthalten, und dasselbe in einem vollkommnern oder unvollkommnern metallischen Zustande ist; sie werden aber doch alle angezogen, selbst diejenigen, welche so wenig Metall enthalten, daß sie kaum den Namen der Erze verdienen.

Durch die Wirkung des Feuers werden die Eisenerze mehrentheils in einen Zustand versetzt, in welchem sie leichter angezogen werden, welches augenscheinlich daher rührt, weil sie dadurch mehr brennbaren Stoff erhalten, oder dem vollkommen metallischen Zustande näher gebracht werden. Wenn man Erze, die sonst nur sehr wenig angezogen werden, dem Feuer so aussetzt, daß sie darin mit Substanzen umringt sind, welche einen Ueberfluß an brennbarer Materie haben, so werden sie dadurch

der magnetischen Anziehung in weit höherm Grade fähig, als wenn sie blos für sich einem offnen Feuer im Luftzuge ausgesetzt worden sind.

Die Erze anderer Metalle werden größtentheils, obgleich nur schwach, vom Magnete angezogen, woraus man schließen kann, daß sie etwas Eisen enthalten, wie z. B. die Bley- Zinn- und Kupfererze. Der gegrabne Zinnober wird ebenfalls angezogen; nicht aber der künstliche. *)

Die übrigen Metalle werden, wenn sie rein sind, nicht angezogen; sonderbar aber ist es, daß der Bleykalk ein wenig angezogen wird, obgleich das reine Bley dieser Anziehung nicht im mindesten unterworfen ist. Der Zinnkalk wird ebenfalls, aber in noch geringerm Grade, angezogen. **)

Unter den Halbmetallen werden Zink, Wismuth, und vorzüglich Kobalt, so wie auch deren Erze, fast allezeit vom Magnete angezogen. Spießglas wird nicht angezogen, wenn es nicht vorher einem gelinden Feuer ausgegesetzt worden ist. Arsenik wird gar nicht angezogen.

Eine gewisse Art Wismuth soll die sonderbare Eigenschaft haben, daß es der Magnet an beyden Seiten zurückstößt. ***)

*) Diese Bemerkung zeigt, daß die rothe Farbe eines Minerals nicht allezeit eine sichere Anzeige eines Eisengehalts ist; denn beyde Arten des Zinnobers haben die nämliche rothe Farbe.

**) Man s. Brugmann de affinitate magnet. §. 39.

***) „Bismuthum colore albo, argenteo, nitente, trahitur „a magnete, crescitque illius attractio ex igne semimetal-„lum hoc in calces vertente; sed bismuthum, cujus colori „magis obscuro quid de violaceo inhaerebat, singulare ad-„modum phaenomenon exhibuit. Ejus scilicet portio, cir-„cello chartaceo aquae innatanti immissa lente, ab utroque „magnetis polo in omnem plagam repellebatur. Huic si-„mile quid me semel tantum, et casu, inter millena ex-„perimenta magnetica, observasse memini, in molecula „exigua, ex lapide nostro molari excussa. Repulsio haec „bismuthi singularis in attractionem ignis ope mutatur per-

Wenn man überdenkt, wie häufig das Eisen durch die ganze Körperwelt zerstreut ist, und daß es dabey allezeit der Anziehung des Magnets ausgesetzt bleibt, so wird man leicht glauben können, daß es fast gar keinen Körper in der Natur giebt, der nicht entweder in seinem gewöhnlichen Zustande, oder doch wenigstens, wenn das Feuer auf ihn gewirkt hat, einigermaßen fähig seyn sollte, vom Magnet angezogen zu werden.

Die übrigen Mineralien, welche nicht metallisch sind, werden fast alle vom Magnet angezogen, wenigstens dann, wenn sie zuvor der Wirkung des Feuers ausgesetzt gewesen sind. *) Unter den reinen Erden wird die Kalkerde wenig oder gar nicht, die Kieselerde aber mehrentheils angezogen. Der Sand wird gewöhnlich angezogen, besonders der dunkle Seesand, der augenscheinlich einen großen Theil Eisenerde, oder schon halb gebildetes Eisen enthält.

Bernstein und andere verbrennliche Mineralien werden größtentheils vom Magnet gezogen, besonders wenn sie gebrannt haben.

Unter den Edelsteinen werden die ungefärbten z. B. der Diamant und die Chrystallen nicht angezogen. Auch werden der Amethyst, Topas, Chalcedon und überhaupt

„quam tamen continuo exiguam." *Brugmann* de affinit. magnet. §. XL.

*) Wenn Körper gedörret, oder wie es einige Mineralogen nennen, geröstet werden sollen, um sie der magnetischen Anziehung fähiger zu machen, so muß man sie nach dem Rathe einiger einsichtsvollen Kenner mit Substanzen umringen, welche einen Ueberfluß von Phlogiston enthalten, um die darin befindliche geringe Quantität von Eisenkalk so viel als möglich, zum metallischen Zustande zu reduciren; man muß aber zu verhüten suchen, daß nicht durch die Materien selbst, mit welchen man sie umgiebt, Eisen dazu komme. — Man hat gefunden, daß die gemeinen irdenen Schmelztiegel, wenn sie gleich selbst magnetisch sind, dennoch denen in ihnen dem Feuer ausgesetzten Körpern kein Eisen mittheilen.

diejenigen, welche im Feuer ihre Farbe verlieren, nicht angezogen. Die übrigen alle, z. B. den Rubin, besonders den orientalischen, den Chrysolith und die Turmaline, zieht der Magnet. Der Smaragd und besonders der Granat werden nicht nur angezogen, sondern erhalten auch oft durch den Einfluß starker Magnete eine merkliche Polarität, so daß sie hernach von der einen Seite angezogen, von der andern aber zurückgestoßen werden. Der Opal wird nur wenig angezogen.

Fast alle Theile der thierischen und vegetabilischen Körper werden nach ihrer Verbrennung sehr stark vom Magnet gezogen. Das Fleisch und vorzüglich das Blut am stärksten, die Knochen hingegen am wenigsten. Die Aschen der Pflanzen werden fast alle, jedoch nicht mit gleicher Stärke, gezogen. Unverbrannte und frische thierische oder vegetabilische Substanzen zeigen selten oder gar niemals einige merkliche Anziehung gegen den Magnet.

Es ist merkwürdig, daß sogar der Ruß und der Staub, welcher gewöhnlich auf alle der Luft ausgesetzte Körper fällt, merklich vom Magnet gezogen wird.

Man sieht hieraus, daß das Eisen, obgleich in äusserst feine Theilchen zertrennt, in einem oder dem andern Zustande fast mit allen Körpern vermischt ist; daß man es in Thieren, Pflanzen, Mineralien und sogar in der Luft findet; daß es in jedem Zustande einige Anziehung gegen den Magnet äußert; und daß man seine Gegenwart in vielen Körpern durch kein anderes bekanntes Mittel, als durch den Magnet, entdecken kann. Zwar möchte ein scharfsinniger Forscher noch fragen, ob man denn daraus allein, daß ein Körper ein wenig vom Magnet gezogen wird, schließen dürfe, daß er Eisen enthalte. Wenn man darauf antwortet, daß der Magnet nichts anders, als Eisen, anziehe, so wird er einen Beweis dieses Naturgesetzes verlangen. — Nun scheint es zwar ausgemacht zu seyn, daß einige Körper auch ohne Rücksicht auf das in ihnen enthaltene Eisen, vom Magnet gezogen

werden; da aber die Beweise dieses Satzes von einigen eignen Versuchen des Verfassers abhängen, welche im letzten Theile dieses Werks angeführt werden; so schien es unschicklich, den oben erwähnten Satz an dieser Stelle als ein Naturgesetz aufzuführen.

Siebentes Capitel.

Von dem mitgetheilten Magnetismus.

Wenn man ein Stück Eisen oder Stahl, oder einen andern eisenartigen Körper gegen einen Magnet in gehöriger Entfernung von einem seiner Pole hält, so wird es sogleich selbst magnetisch, indem derjenige Theil davon, welcher dem Magnete am nächsten steht, eine dem Pole desselben entgegengesetzte Polarität erhält.

Dieser mitgetheilte Magnetismus ist bey dem weichen Eisen am stärksten, bey gehärtetem Stahl oder bey brüchigem Roheisen am schwächsten; bey den übrigen Arten von Eisen oder eisenartigen Körpern ist er stärker oder schwächer, je nachdem sie sich mehr der Härte des letztern oder der Weichheit des erstern nähern. Die Dauer dieses mitgetheilten Magnetismus aber richtet sich gerade nach der umgekehrten Regel; denn der härteste Stahl behält die magnetische Kraft viele Jahre lang fast ohne alle Verminderung; das weiche Eisen hingegen verliert dieselbe augenblicklich, sobald es aus dem Wirkungskreise des Magnets entfernt wird; und die übrigen eisenartigen Körper behalten sie längere oder kürzere Zeit, je nachdem sie sich mehr der Natur des harten Stahls oder des weichen Eisens nähern. Man sieht hieraus, daß überhaupt die beste Methode, künstliche Magnete zu machen, darin besteht, daß man einen oder mehrere starke Magnete an Stücken von sehr hartem Stahl anbringt, weil diese Stücken dadurch eine beträchtliche Kraft erlangen, und eine lange Zeit behalten. Nur muß man bey

dieser Operation dafür sorgen, daß der Nordpol des einen oder der mehrern angelegten Magnete an dasjenige Ende des Stahls komme, welches der Südpol werden soll, da hingegen der Südpol des Magnets an das andere Ende kommen muß. Eben so, wie man ein Stück Eisen oder Stahl magnetisch macht, kann man auch einen schwachen Magnet verstärken, oder ihm die verlohrne Kraft wieder geben.

Natürlicherweise muß man bey dieser Methode schon einen oder mehrere Magnete haben, um durch deren Anlegung den Stahl oder den eisenartigen Körper magnetisch zu machen. Man könnte also fragen, ob es nicht Mittel gebe, den Magnetismus ursprünglich hervorzubringen, oder künstliche Magnete ohne Zuthun irgend eines andern Magnets zu verfertigen. Die Antwort auf diese Frage ist, daß man keinem eisenartigen Körper einigen Magnetismus ohne Mitwirkung eines schon vorhandenen Magnets mittheilen kann. Und wenn man, nach dem im gemeinen Leben gewöhnlichen Ausdrucke, den Stahl ohne Beyhülfe eines Magnets magnetisch macht, so bedient man sich dabey der magnetischen Kraft der Erdkugel, welche ein wirklicher Magnet ist. Es bleibt also immer wahr, daß keine Mittheilung der magnetischen Kraft ohne die Wirkung eines schon vorhandenen Magnets statt findet.

Folgender Versuch zeigt auf die möglichst deutliche Art, daß die Erde in der That ein Magnet sey, und wie man bey der oben angeführten Methode den ersten Anfang der magnetischen Kraft aus der Erde hernehme.

Man nehme eine gerade Stange von weichem Eisen (ein, zwey bis drey Fuß lang, und etwa ¾ Zoll im Durchmesser wird die bequemste Größe seyn) und halte sie in einer vertikalen Stellung, d. i. mit dem einen Ende A gegen den Boden, mit dem andern B aufwärts gekehrt, so wird man sie magnetisch finden. In unsern Ländern wird das Ende A ein Nordpol seyn, und den Nordpol einer

Magnetnadel abstoßen, das obere Ende B hingegen wird ein Südpol seyn, der den Südpol der Nadel abstößt und ihren Nordpol anziehet. — Kehrt man nun die Stange um, und stellt das Ende B niederwärts, so kehrt sich augenblicklich auch die Polarität um, B wird nunmehr der Nord- und A der Südpol. *) Die Erklärung dieser sonderbaren Erscheinung ist aus den vorhergehenden Bemerkungen leicht herzuleiten; denn, da die Erde in unsern nördlichen Ländern eine südliche magnetische Polarität hat, so wird der unterste Theil der eisernen Stange, der ihr am nächsten steht, die entgegengesetzte, nemlich die nördliche Polarität erhalten, das andere Ende der Stange aber ein Südpol werden.

Eben so folgt, wie es auch die Erfahrung wirklich bestätiget, daß in den südlichen Ländern der Erde das untere Ende der Stange eine südliche Polarität erhalten muß; daß man unter dem Aequator die Stange horizontal halten muß, wenn sie einige magnetische Kraft von der Erde erhalten soll, und daß selbst in unsern Gegenden die vortheilhafteste Stellung der Stange nicht die lothrechte, sondern eine gegen den Horizont ein wenig geneigte ist. Kurz, an allen Orten der Welt muß diese Stange in die magnetische Linie, d. i. parallel mit der Richtung der Inclinationsnadel gestellt werden. **) Wenn die Stange nicht in die magnetische Linie, sondern in eine auf derselben senkrecht stehende Richtung gestellt wird, so wird sie nicht magnetisch, weil in dieser Lage die Wirkungen beyder Pole der Erde auf ihre beyden Enden gleich groß sind. Bringt man die Stange in eine andere von beyden vorerwähnten Richtungen verschiedene Stellung, so wird sie mehr oder weniger magnetische Kraft erhalten,

*) Eine Stange von 4 bis 5 Fuß Länge und 1 Zoll Durchmesser wird in dieser Stellung schon ein kleines Stückgen Eisen oder eine Nähnadel anziehen.

**) Man sehe das fünfte Capitel dieses Theils.

je nachdem ihre Lage der erstern oder der letztern unter den beyden vorigen Richtungen näher kömmt.

Eine Stange von hartem Stahl oder hartem Eisen erhält keine magnetische Kraft von der Erde, weil der Magnetismus der Erdkugel im Verhältnisse genommen, zu schwach ist, um den Stahl magnetisch zu machen.

Nach dieser Beschreibung der allgemeinen Phänomene des mitgetheilten Magnetismus müssen wir nun zu den besondern Gesetzen desselben fortgehen.

Ein Magnet, welcher andern Körpern magnetische Kraft mittheilt, verliert dadurch nicht allein nichts von seiner eignen Kraft, sondern es wird dieselbe dabey eher noch verstärkt.

Dennoch kann ein Magnet niemals mehr Kraft, ja nicht einmal eben so viel Kraft, als er selbst besitzt, mittheilen. Mehrere Magnete von ziemlich gleicher Kraft aber haben, wenn sie mit einander verbunden werden, mehr Vermögen, als einer allein genommen. Wenn man daher einem Körper A vermittelst eines schwachen Magnets B eine starke magnetische Kraft mittheilen will, so muß man zuerst mehrere Körper C, D, E, F u. s. f. schwach magnetisiren, alsdann werden dieselben alle, gehörig mit einander verbunden, einem andern oder mehreren andern Körpern eine stärkere magnetische Kraft mittheilen, bis man endlich im Stande ist, dem Körper A den erforderlichen Grad von magnetischer Kraft zu geben.

Es ist kaum nöthig anzuführen, daß der eisenartige Körper, wenn er in unmittelbare Berührung mit dem Magnet gebracht wird, weit mehr Kraft erhält, als wenn er in einiger Entfernung von der Oberfläche des Magnets gelassen wird.

Wenn ein eisenartiger Körper der Wirkung eines Magnets ausgesetzt wird, so erhält er zwar den größten Theil der magnetischen Kraft sogleich im ersten Augenblicke; allein, um ihm den höchsten Grad von Kraft, dessen er fähig ist, zu geben, muß man ihn doch eine be-

trächtliche Zeitlang in dem Wirkungskreise des Magnets lassen. Weiches Eisen erlangt den höchsten möglichen Grad der Kraft sehr leicht; je härter aber der Körper ist, desto später erreicht er dieses Maximum der magnetischen Kraft.

Mit diesen Gesetzen stimmt es sehr wohl überein, was man oft wahrgenommen hat, daß Stangen und andere Stücken Eisen, wenn sie lange Zeit in einerley Stellung bleiben, von selbst magnetisch werden. *) Bisweilen haben eiserne Stangen, welche wegen ihrer Weichheit keines bleibenden Magnetismus fähig waren, mit der Zeit, wenn sie in einer schicklichen Lage an der freyen Luft gestanden hatten, einen ziemlichen Grad von magnetischer Kraft erhalten; man hat aber auch oft bemerkt, daß sie zugleich härter geworden sind, welches vielleicht von der Verkalchung eines Theils ihrer Substanz, oder von einer andern noch unbekannten Veränderung in der Natur des Eisens herkommen kann.

Die auf solche Art den eisernen Stangen mitgetheilte Polarität ist von längerer oder kürzerer Dauer, je nachdem das Eisen härter oder weicher ist, und längere oder kürzere Zeit in eben derselben Stellung bleibt (wozu die Richtung der Inclinations-Nadel die bequemste ist). Endlich kömmt es auch hiebey auf die Gestalt des Eisens, oder auf das Verhältniß seiner Länge zur Dicke an.

Wenn man ein längliches Stück Eisen rothglühend macht, und dann in die magnetische Linie gestellt abkühlen läßt, so erhält es dadurch einen Grad von Magnetismus, welcher desto länger anhält, je härter das Eisen ist. Die Ursache hievon ist, weil das Eisen beym Rothglühen weich wird, und also durch die Wirkung der Erde leichter magnetisch werden kann; dagegen es beym Ab-

*) Man findet in sehr vielen Büchern angeführt, daß eiserne Stangen, welche viele Jahrhunderte lang in einerley Stellung geblieben sind, eben so stark magnetisch geworden sind, als gute natürliche Magnete.

kühlen härter wird, und also die mitgetheilte Kraft länger behält.

Beym Bohren, Feilen, Hämmern, und überhaupt in allen Fällen, in welchen Eisen, Stahl u. dergl. in einen gewaltsamen Zustand versetzt wird, erhalten manche Stücken einen beträchtlichen Grad von Magnetismus, dessen Ursprung man aus der Erde und aus der veränderlichen Natur des Metalls, oder aus den Abwechselungen der Wärme, Kälte und schwingenden Bewegung, in welche dasselbe versetzt worden ist, herleiten muß.

Aus eben diesen Ursachen scheint auch die Elektricität in gewissen Fällen Magnetismus hervorzubringen. Folgendes sind die hiebey beobachteten Umstände, welche vermittelst der stärksten Elektrisirmaschine, die man je verfertiget hat, bestätiget worden sind. Sie kommen großentheils mit denjenigen überein, welche man auch bey andern Maschinen gefunden hat.

Wenn die Stange oder die Nadel horizontal in den magnetischen Meridian gelegt wird, so mag der Schlag einer geladnen Flasche oder Batterie, nach welcher Richtung man will, eindringen, es wird allezeit das nach Norden gekehrte Ende die nördliche und das andere die südliche Polarität erhalten. Hat die Stange, ehe sie den Schlag erhält, schon einige Polarität, und wird beym Schlage in eine ihrer magnetischen Richtung entgegengesetzte Lage gebracht, so wird ihre vorige Polarität allezeit vermindert, oft auch sogar umgekehret.

Wenn in unsern Ländern die Stange oder Nadel den Schlag in einer lothrechten Stellung erhält, so wird ihr unterstes Ende ein Nordpol. Dies geschieht auch, wenn sie schon vorher etwas magnetisch gewesen ist, und beym Schlage den Südpol unterwärts gekehrt hat. Wenn alle übrige Umstände gleich sind, so scheinen die Stangen einerley Grad von magnetischer Kraft zu erhalten, sie mögen beym Schlage horizontal im magnetischen Meridiane, oder lothrecht gegen den Horizont gestanden haben.

Wenn eine Stange oder Nadel im magnetischen Aequator steht, so wird sie durch einen der Länge nach hindurchgehenden Schlag sehr selten, oder gar niemals, magnetisch; geht aber der Schlag queer hindurch, so wird sie magnetisch, und das gegen Westen gekehrte Ende wird gemeiniglich der Nordpol.

Wird der Schlag durch eine schon vorher stark magnetische Nadel oder Stange geleitet, so wird ihre magnetische Kraft dadurch vermindert.

Wenn der Schlag im Verhältnisse mit der Größe einer stählernen Nadel zu stark ist, so daß er sie sehr erhitzet, so erhält sie entweder gar keinen oder doch nur einen sehr geringen Magnetismus. *)

Daher macht oft der Blitz, welcher eine elektrische Erscheinung ist, Stücken Eisen oder Stahl, oder auch Körper, welche Eisen enthalten, z. B. verschiedene Arten von Ziegeln u. s. w. magnetisch.

Wenn ein Pol eines Magnets, z. B. der Nordpol, an das eine Ende C eines länglichen Stücks Eisen oder Stahl, wie CD Taf. 1. Fig. 3. gehalten wird, so wird dieses Ende ein Südpol. Ist nun der Stab CD sehr lang, so wird man nicht weit von C einen Theil finden, welcher eine nördliche Polarität hat; hierauf wird ein anderer Theil mit südlicher Polarität folgen, und so wird diese Abwechselung immer fortgehen, bis endlich die Kraft unmerklich wird. Die Anzahl dieser abwechselnden Polaritäten hängt von der Stärke der Kraft und hauptsächlich von der Länge der Stange ab; denn wenn die Stange die gehörige Länge und Dicke hat, welche letztere sich ebenfalls nach der Stärke des gebrauchten Magnets richten muß, so wird sie nicht mehr als zween Pole bekommen; das Ende D nemlich wird ein Nordpol werden.

*) Zu diesen Versuchen müssen, wenn sie gelingen sollen, die Stangen oder Nadeln dem Grade der elektrischen Kraft proportionirt seyn. Man sehe van Marums Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine im Teylerischen Museum zu Harlem, aus dem Holländ. Leipzig, 1786. 8.

Wenn man in diesem letztern Falle den Pol des Magnets nach und nach längst der Oberfläche der Stange von C nach D bewegt, so wird man, nachdem dieses geschehen ist, die Polarität der Stange gänzlich verändert finden; das Ende C wird nunmehr die nördliche und D die südliche Polarität haben.

Man übersieht sehr leicht, daß, während der Magnet an der Oberfläche der Stange hin bewegt wird, die südliche Polarität des Endes C, ehe sie in die nördliche übergehet, an Stärke abnehmen muß; und daß, wenn der Magnet an einen gewissen Punct M kömmt, dieses Ende C gar keine Polarität mehr haben kann, indem die südliche gerade aufhört, und die nördliche eben anfängt. In Absicht auf das andere Ende D ist zu bemerken, daß die nördliche Polarität desselben durch die Annäherung des Magnets bis an eine gewisse Grenze H verstärkt wird, hernach aber, je weiter sich der Magnet an D nähert, wieder abnimmt, bis sie, wenn derselbe an einen gewissen Punct N gekommen ist, ganz verschwindet, und hierauf in eine südliche übergeht.

Man hat den Puncten M und N den Namen der **Indifferenzpuncte** gegeben, weil zu der Zeit, da der Magnet in M ist, das Ende C, und wenn er in N ist, das Ende D, weder nördliche noch südliche Polarität hat. Den Punct H aber hat man den **culminirenden Punct** genannt, weil, wenn der Magnet daselbst ist, die zuerst erlangte Polarität des Endes D ihre gröste Stärke erreicht.

Da die Bestimmung dieser Puncte in Stangen von verschiedenem Eisen, verschiedenen Längen u. s. w. nicht allein die Wirkung des Magnets deutlicher bestimmt, und die Vortheile und Nachtheile bey den practischen Methoden der Verfertigung künstlicher Magnete entdeckt, sondern auch überhaupt zu weitern Entdeckungen den Weg bahnt; so hat man keine Mühe gesparet, um die Umstände ausfindig zu machen, von welchen die Lage dieser

Puncte abhängt, und es ist in dieser Absicht eine große Menge genauer Versuche angestellt worden. Aber aller dieser Bemühungen ungeachtet hat man dennoch wegen der verschiedenen Beschaffenheit der Magnete und des Eisens nicht so weit in dieser Kenntniß gelangen können, daß man im Stande wäre, diese Puncte an einer gegebnen Stange ohne wirkliche Versuche zu bestimmen. — Die allgemeinen Gesetze, welche man aus den in dieser Absicht angestellten Versuchen hergeleitet hat, sind folgende:

1. Die Puncte M, H und N liegen nicht allezeit in der durch die Figur vorgestellten Ordnung; doch übersieht man leicht, daß der Punct H niemals mit N zusammen, oder darüber hinausfallen kann, so daß er näher am Ende D läge, als N.

2. Wenn die Stangen blos in der Länge verschieden sind, alles übrige aber gleich ist, so ist der Abstand CM desto größer, je länger die Stange ist, bis auf eine gewisse Grenze, welche von der Stärke des gebrauchten Magnets abhängt.

3. Auch ist der Abstand CM desto größer, je stärker der gebrauchte Magnet ist, bis auf eine gewisse Grenze, welche von dem Verhältnisse der Stärke des Magnets zur Länge der Stange abhängt; über diese Grenze hinaus wird CM kürzer, als es gewesen seyn würde, wenn man einen schwächern Magnet gebraucht hätte.

4. Wenn die Stangen blos in der Länge verschieden sind, alles übrige aber gleich ist; so ist der Abstand CH desto größer, je länger die Stange ist, bis auf eine gewisse Grenze, welche von der Stärke des Magnets abhängt.

5. Je stärker der gebrauchte Magnet ist, desto größer ist der Abstand CH, bis auf eine gewisse Grenze u. s. f.

6. An einer längern Stange ist unter übrigens gleichen Umständen der Abstand CN größer, als an einer kürzern, bis zu einer Grenze u. s. f.

7. Bey Stangen von gleicher Länge ist der Abstand CN größer, wenn der gebrauchte Magnet stärker ist, ebenfalls bis auf eine gewisse Grenze u. s. f.

8. Wenn die Stangen blos in der Dicke verschieden sind, und alles übrige gleich bleibt, so ist der Abstand CM an dickern Stangen größer als an dünnen; der Abstand CN aber ist an allen ziemlich ebenderselbe, bis auf eine Grenze, welche von den obenerwähnten Umständen abhängt.

9. Wenn endlich die Stangen blos an Härte verschieden sind, so sind die Abstände CM, CH, CN an härtern Stangen bisweilen eben so groß, bisweilen grösser oder kürzer, als an weichern. *)

Außer den Indifferenz- und Culminationspuncten haben wir noch einen andern Punct zu betrachten, nemlich den **magnetischen Mittelpunct**, d. i. den Punct oder Theil zwischen beyden Polen, wo der Magnet weder Anziehung noch Repulsion zeigt. In Absicht auf diesen Punct will ich nur mit wenigem bemerken, daß er nicht allezeit mitten zwischen beyden Polen liegt; und daß, wenn man einen Pol eines Magnets längst der Oberfläche einer eisernen Stange hinführet, wie in den obigen Versuchen, der magnetische Mittelpunct sich weiter vorwärts bewegt, je weiter der Magnet fortgeführet wird. An einer gewissen Stelle aber kommen der Magnet und der gedachte Mittelpunct in einem Puncte, oder vielmehr an entgegengesetzten Puncten der Stangendicke zusammen. Die Bewegung und die Stelle des magnetischen Mittelpuncts sind vielen Veränderungen unterworfen, welche theils von der Beschaffenheit, Dicke und Länge der Stange,

*) Man s. *van Swinden* Tentamen theoriae mathematicae de phaenomenis magneticis.

theils von der Stärke des Magnets und von der Art abhängen, wie derselbe an der Oberfläche der Stange hingeführt wird.

Wenn man einen Magnet, besonders einen länglichen, welcher zween Pole hat, entzwey bricht, so fällt der magnetische Mittelpunct eines jeden Theils im Anfange gemeiniglich näher an das abgebrochne Ende; mit der Zeit aber rückt er weiter gegen die Mitte des Stücks zu.

Was wir bisher von länglichen Stücken Eisen oder Stahl bemerkt haben, kann nun auch dienen, die Erscheinungen an Stücken von unregelmäßiger Gestalt zu erklären; die umständliche Anführung aller Fälle würde kein Ende nehmen, und überdies von wenig oder gar keinem Nutzen seyn.

Jedes Eisen und jeder eisenartige Körper vermag nur einen gewissen Grad von magnetischer Kraft zu behalten. Wird ein starker Magnet an ein in Vergleichung sehr kleines Stück Stahl gebracht, so wird zwar dieses Stück, so lang es im Wirkungskreise des Magnets bleibt, sehr stark magnetisch scheinen; sobald man es aber aus der Nachbarschaft des Magnets entfernt, wird seine Kraft sogleich anfangen abzunehmen, und in kurzer Zeit bis auf denjenigen Grad herunterkommen, dessen dieses Stück überhaupt fähig ist, und welchen man den **Sättigungspunct** desselben nennen könnte. Hieraus folgt, daß, wenn ein Magnet gerade hinreichend ist, einem Stücke Eisen oder Stahl die völlige magnetische Kraft zu geben, deren es fähig ist, ein stärkerer Magnet dieselbe nicht im mindesten vermehren könne.

Man hat lange Zeit darüber gestritten, ob ein Stück Eisen, wenn man es magnetisch macht, schwerer oder leichter werde; im Ganzen scheint das Gewicht dadurch gar nicht verändert zu werden. *)

*) Gassendi, Mersenne und Gilbert behaupten, das Gewicht der Nadeln ändere sich nicht, wenn man sie magne-

So, wie ein Stück Eisen oft blos dadurch magnetisch wird, daß es eine Zeitlang in einer schicklichen Stellung bleibt; so können im Gegentheile die Magnete ihre Kraft großentheils oder ganz verlieren, wenn sie sich in einer unschicklichen Stellung befinden; denn eben die Wirkung der Erdkugel, welche im ersten Falle den Magnetismus hervorzubringen strebt, wirkt im letztern Falle auf dessen Schwächung oder Vernichtung. Eben dies gilt von der Stellung der Magnete gegen einander selbst. Nemlich, wenn zween Magnete so gestellt werden, daß sich ihre ungleichnamigen Pole berühren, so wirkt jeder auf die Erhaltung der Kraft der andern; werden aber die gleichnamigen Pole an einander gestellt, so stört oder vermindert ein jeder den Magnetismus des andern; und wenn ihre ursprünglichen Kräfte sehr ungleich sind, so wird die Polarität des schwächern durch die Wirkung des stärkern umgekehrt.

Ueberhaupt werden eben diejenigen Mittel, welche die Mittheilung des Magnetismus erleichtern, wenn das Eisen u. dergl. die gehörige Stellung gegen die Pole der Erde und gegen andere Magnete hat, auch den Verlust des Magnetismus befördern, wenn die Magnete in einer nachtheiligen Stellung sind. So zerstört die Glühhitze die magnetische Kraft großentheils oder auch gänzlich. Die Kraft eines stark magnetischen Stahls wird sehr vermindert, wenn man zu wiederholten malen mit zween Steinen Feuer daran schlägt, besonders wenn er während des Schlagens in einer auf den magnetischen Meridian

tisch mache. Whiston will durch genaue Versuche gefunden haben, daß ein Stück Stahl von 4584½ Gran, 2¼ Gran; und ein anderes von 65726 Gran, 14 Gran durchs Magnetisiren verlohren habe. Nach andern soll das Magnetisiren den Stahl schwerer gemacht haben. — Allem Ansehen nach aber mögen in der Nähe befindliches Eisen, oder andere eisenartige Körper während des Abwiegens auf den Stahl gewirkt haben.

senkrechten Lage gehalten wird. Eine Stange von sehr hartem Eisen, welche durch Glühen und Abkühlen in der Richtung der magnetischen Linie einen Grad von bleibendem Magnetismus erhalten hat, wird diese Kraft durch einige wenige starke Schläge auf ihre Mitte ganz verlieren, oder sie wird wenigstens dadurch sehr geschwächt werden.

Zum Schluß dieses Capitels will ich noch diejenigen Umstände anführen, auf welche man hauptsächlich Achtung geben muß, wenn man die beste Methode, künstliche Magnete zu machen, bestimmen will; die praktischen Anweisungen hiezu aber werde ich dem dritten Theile vorbehalten.

1. Der dazu gewählte Körper muß von solcher Beschaffenheit seyn, wie es sich für die Kraft, die ihn magnetisch machen soll, schicket. Man muß sich hieben erinnern, daß weiche eisenartige Körper den Magnetismus leichter annehmen, aber auch leichter wiederum verlieren, als harte.

2. Hiernächst muß man auf die Gestalt der Körper sehen, woben die Erfahrung lehrt, daß die länglichen allen übrigen vorzuziehen sind. Nimmt man stählerne Stäbe, so müssen sie ganz hart seyn, damit sie die gröste mögliche Kraft annehmen, wofern man nur Magnete hat, welche zu dieser Absicht stark genug sind. Sind diese Stäbe cylindrisch, so muß ihr Durchmesser ohngefähr $\frac{1}{11}$ ihrer Länge ausmachen; sind sie nicht cylindrisch, so muß die Dicke so groß seyn, daß sie an Gewichte ohngefähr den cylindrischen von gleicher Länge gleich kommen, deren Durchmesser $\frac{1}{11}$ der Länge ausmacht.

3. Bey der Mittheilung des Magnetismus sind mehrere Magnete einem einzelnen weit vorzuziehen. Bey der Anwendung selbst muß man sich erinnern, daß der Südpol des Magnets den anliegenden Theil des Eisens zu einem Nordpole, und der Nordpol des Magnets diesen Theil zu einem Südpole macht.

4. Wenn man entweder gar keinen Magnet, oder nur einen sehr schwachen hat, und doch einen starken machen soll, so muß man Schritt vor Schritt zu Werke gehen. Da es unmöglich ist, einem großen und harten stählernen Stabe durch die Wirkung der Erde oder eines andern schwachen Magnets einen merklichen Grad von Magnetismus zu geben, so muß man damit anfangen, daß man mehrere kleine und weiche stählerne Stäbe magnetisch macht, indem man jeden einzeln an einen schwachen Magnet, oder, wenn man keinen hat, an eine oder mehrere gehörig gestellte eiserne Stangen hält, welche in diesem Falle wirkliche, obgleich schwache, Magnete sind. Wenn man dann diese kleinen bereits magnetisirten stählernen Stangen gehörig mit einander verbindet, so kann man den größern und härtern eine stärkere Kraft mittheilen; durch diese können noch größere magnetisiret werden, u. s. f.

Achtes Capitel.

Vermischte Bemerkungen.

Die Richtungskraft eines Magnets erstreckt sich weiter, als seine anziehende Kraft; wenn z. B. ein Magnet frey aufgehangen wird, und man in gewisser Entfernung von demselben einen andern Magnet gehörig aufstellet, so wird dieser den erstern aus seiner gewöhnlichen Richtung drehen; dennoch wird die Anziehung beyder Magnete gegeneinander in dieser Entfernung noch nicht merklich seyn, wie man leicht untersuchen kann, wenn man den einen Magnet an die Schaale einer Wage befestiget. Die Ursache hievon ist diese, daß die Richtungskraft sowohl von der Anziehung der ungleichnamigen, als auch von der Repulsion der gleichnamigen Pole abhängt; da hingegen die Anziehung bloß zwischen den ungleichnamigen Polen statt findet. — Um sich diese Erklärung deutlicher zu

machen, stelle man sich vor, eine Magnetnadel sey frey aufgehangen, und dem Wirkungskreise eines Magnets ausgesetzt. Wenn nun in dieser Stellung der Nordpol des Magnets den Südpol der Nadel mit einer Kraft von 18 Gran anzieht, so wird (weil die Anziehung zwischen den ungleichnamigen Polen ziemlich der Repulsion zwischen den gleichnamigen gleich ist) eben dieser Nordpol den Nordpol der Nadel ebenfalls mit 10 Gran Kraft abstoßen. Beyde Kräfte vereinigen sich, die Richtung der Nadel zu ändern; daher muß das Bestreben des Magnets, diese Richtung zu ändern, 20 Gran betragen. Die Anziehung hingegen, oder die Kraft, mit welcher die ganze Nadel gegen den Magnet getrieben wird, ist bloß dem Unterschiede zwischen den beyden vorerwähnten entgegengesetzten Kräften gleich, welcher daher entsteht, daß der Pol des Magnets dem einen Pole der Nadel näher, als dem andern ist. — Eben diese Bemerkungen kann man auf die Wirkung zwischen dem Südpole des Magnets und der aufgehangnen Nadel anwenden.

Einige Schriftsteller haben behauptet, daß, wenn ein kurzer Stab von weichem Stahl in irgend einer Lage zu wiederhohlten malen und von einem Ende zum andern mit einem eisernen Stabe von gnugsamer Länge, ebenfalls in jeder beliebigen Lage, gestrichen oder geschlagen werde, der stählerne Stab dadurch einen beträchtlichen Grad von Magnetismus erhalte. Man könnte vielleicht hieraus schließen, es sey nicht nothwendig den Ursprung des Magnetismus von der Erde herzuleiten. Aber eine genauere Untersuchung dieser angeblichen Erfahrung hat gezeigt, daß der stählerne Stab nicht in jeder Lage magnetisch werde. Zwar wird der eiserne Stab in jeder Lage, nur die auf der magnetischen Linie senkrechtstehende ausgenommen, durch die Wirkung der Erde in einigem Grade magnetisch; und also ist es, wenn man den Versuch auf Gerathewohl anstellet, fast unmöglich, den Stab gerade so nahe an diese Richtung zu bringen, daß

er gar keinen Magnetismus aus der Erde erhalten sollte. Wenn man aber genau darauf siehet, daß beym Reiben des stählernen Stabs, der eiserne in eine Richtung gebracht werde, welche der auf die magnetische Linie senkrechten nahe kömmt, so wird der Stahl gewiß keine magnetische Kraft erhalten. Ueberdies halte man den eisernen Stab, in welcher Richtung man immer will, so wird doch allemal der mitgetheilte Grad des Magnetismus größer oder geringer seyn, je nachdem die Richtung des Stabes der magnetischen Linie näher gekommen oder von derselben entfernter geblieben ist; ein unbezweifelter Beweis, daß der mitgetheilte Magnetismus ursprünglich aus der Erde gekommen sey.

So viel möchte nun, in Absicht auf die Gesetze des Magnetismus für diesen Theil des gegenwärtigen Werks genug seyn; denn ob es gleich noch verschiedene andere Umstände giebt, deren Kenntniß nöthig ist, so gehören doch dieselben entweder in den praktischen Theil, oder lassen sich ohne Beschreibung anderer Versuche nicht wohl verstehen; daher ich sie an andern schicklichern Stellen anführen werde. Ich will daher diesen Theil mit der Widerlegung einiger falschen Begriffe und Behauptungen vom Magnetismus beschließen, welche durch Unwissenheit und Betrug entstanden und eingeführt worden sind.

Betrüger, welche jede Gelegenheit, andere Menschen zu hintergehen, bereitwillig ergreifen, und Unwissende, welche stets das Geheimnißvolle lieben, haben von undenklichen Zeiten her dem Magnete manche außerordentliche Eigenschaften beygelegt, welche nicht allein der gesunden Vernunft, sondern auch allen den Versuchen widersprechen, die bisher angestellt worden sind, und von verständigen und unpartheyischen Männern leicht wiederholt werden können.

Man glaubte ehedem, es gebe verschiedene Arten von Magneten, deren einige Gold, andere Fleisch u. s. w.

anzögen; und nur noch vor kurzem bildeten sich unwissende Leute ein, es gebe einen weissen Magnetstein, der das Fleisch anziehe. Der Ursprung dieses Irrthums ist dieser, daß einige Mineralien, vorzüglich die thonartigen die Feuchtigkeit sehr schnell in sich ziehen, und daher, wenn man sie an die Lippen bringt, ziemlich fest anhängen.

Auch ist in der Lehre vom Magnet nicht wenig Verwirrung daher entstanden, daß man das Wort **Magnetismus** bey andern Dingen gebraucht hat, die den Magnet ganz und gar nicht angehen. Einige alte Schriftsteller haben die chymische Verwandschaft der Metalle Magnetismus genannt. Man hat den Schwingungen, welche der Schall der Sayten oder Pfeiffen in andern gleich gestimmten erregt, den Namen eines musikalischen Magnetismus beylegen wollen. So hört man bisweilen vom Magnetismus der Sternkunde, des Wassers u. dgl.

Die grösten Thorheiten aber, die über den Magnet vorgebracht worden sind, betreffen seine vorgegebnen medicinischen Eigenschaften. Schon im Anfange des vorigen Jahrhunderts glaubte man fast allgemein, ein Pflaster mit gepülvertem Magnet bestreut und auf eine Wunde gelegt, ziehe das Eisen, und wohl gar ein Messer aus dem menschlichen Körper *) Man sagte auch, die Chymiker könnten aus dem Magnet, außer einigen andern Präparaten, ein Oel von wunderbarer Wirksamkeit ausziehen. Selbst heut zu Tage ist es eben nicht ungewöhnlich, Leute zu finden, welche glauben, daß das Auflegen des Magnets Zahnschmerzen heile, die Schmerzen der Gebährenden lindere, Geschwülste zertheile u. s. w. oder im Gegentheil, daß Verwundungen mit einem Messer oder andern stählernen Werkzeuge, welches vorher mit einem Magnet bestrichen worden, tödtlich sind.

*) Kircher, der selbst die entgegengesetzte Meinung behauptete, erzählt einige solche Geschichten. Man s. sein Werk De arte magnetica L. III. c. 2.

Ohne meine Leser mit der Anführung mehrerer Thorheiten länger aufzuhalten, will ich bloß bemerken, daß sich keine von diesen vorgeblichen medicinischen oder verderblichen Eigenschaften des Magnets durch glaubwürdige Versuche bestätige; und da der Magnetismus weder auf Geruch, noch auf Gefühl oder irgend einen andern Sinn des Körpers wirkt, so ist es im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß derselbe einigen Einfluß auf den thierischen Körper haben sollte. Denn ob es gleich fast in allen Theilen des Körpers Eisentheile giebt, so sind dieselben doch so fein zertheilt, verkalkt und in Vergleichung mit den andern Bestandtheilen in so geringer Anzahl vorhanden, daß im natürlichen Zustande der Magnet gar keine Wirkung auf sie haben kann.

Zweyter Theil.

Theorie des Magnetismus.

Die Anziehung des Magnets, vielleicht auch die meisten übrigen Eigenschaften desselben sind von undenklichen Zeiten her gekannt und bewundert worden; die Ursache dieser besondern Eigenschaften aber ist den genauesten Untersuchungen sehr geschickter Naturforscher noch immer entgangen. Man hat zwar zu ihrer Erklärung verschiedene Theorien ersonnen, und manche Muthmaßungen aus andern dem Magnetismus einigermassen ähnlichen Naturkräften hergeleitet; es findet sich aber noch ein sehr großer Unterschied zwischen der Sache selbst und den Erfindungen der menschlichen Einbildungskraft. Die erste muß durch Mühe und Arbeit untersucht und erkannt werden, und belohnt nur den Fleiß des Forschers; die leztern zeigen oft die Schwäche des menschlichen Verstandes und verleiten den, der ihnen blindlings folgt, in Irrthum.

Demohnerachtet sind die Hypothesen zu Erklärung der natürlichen Erscheinungen nicht ganz ohne Nutzen für die Naturlehre gewesen; sie haben wenigstens die Experimentaluntersuchung befördert, weil man sie durch Versuche entweder zu bestätigen oder zu widerlegen suchte. Denn das unterscheidende Kennzeichen zwischen einer falschen oder sehr wahrscheinlichen Hypothese ist dieses, daß bey weiterer Untersuchung das Zureichende der leztern zur Erklärung der natürlichen Erscheinungen, immer deutlicher in die Augen fällt, da hingegen bey der erstern ihre Widersprüche immer mehr offenbar werden. Es ist daher nützlich, wenn man erst eine Anzahl Thatsachen oder Naturgesetze bestimmt hat, eine Theorie zu Erklärung derselben zu versuchen; und hat man durch eine solche Theorie

einmal die wahre Ursache getroffen und festgesetzt, so wird die Anwendung der Wirkungen selbst weit leichter und allgemeiner. Man muß aber jeden, der die Wirkungen der Natur untersucht, ernstlich warnen, daß er sich keiner Hypothese allzusehr ergebe, sogar, wenn sie den höchsten Grad der Wahrscheinlichkeit zu haben scheint.

Diesen Bemerkungen zu Folge werden die Leser in diesem Theile des gegenwärtigen Werks keine umständliche Beschreibung aller, oder auch nur der vornehmsten Hypothesen erwarten, welche von den Schriftstellern verschiedener Zeiten in der Lehre vom Magnet aufgestellet worden sind. Ich werde kürzlich bloß dasjenige anführen, was das wahrscheinlichste zu seyn scheint oder zu weiterer Untersuchung dieser Materie veranlassen kann; und muß also diejenigen, welche mehrere Hypothesen untersuchen wollen, auf andere Schriften vom Magnetismus verweisen.

Erstes Capitel.

Von dem Magnetismus der Erde.

Die Hypothese, daß die Erdkugel ein großer Magnet sey, und daß von ihr die Kraft der gewöhnlichen Magnete, die Richtung der Magnetnadeln, u. s. w. herrühre, wird durch so viele Beobachtungen bestätiget, daß schwerlich ein Naturforscher den Scepticismus so weit treiben kann, um an ihrer Richtigkeit zu zweiflen. Die vornehmsten Gründe, welche die Wahrheit derselben fast bis zur Demonstration beweisen, sind erstens, daß man fast alle Erscheinungen des gewöhnlichen Magnets auch an der Erdkugel darstellen kann, in so fern nur die Umstände eine Anstellung von Versuchen zulassen; und zweytens, daß man fast in jedem Theile der Erde große wirklich magnetische Massen von Eisen und eisenartigen Substanzen findet.

Die Erscheinungen des Compasses und der Inclinationsnadel in den verschiedenen Theilen der Welt, inglei-

chen der Magnetismus, welchen weiches Eisen in einer gehörigen Stellung von selbst erhält, können durch einen gewöhnlichen Magnet oder eine Terrelle ganz genau nachgeahmt werden; aber das einzige Phänomen, welches man bey der Erde noch nicht beobachtet hat, und welches doch die Haupteigenschaft der gewöhnlichen Magnete ausmacht, ist die Anziehung eines einzelnen Stücks Eisen, oder anderer eisenartigen Körper. Wenn man z. B. ein Stück Eisen gegen einen von den Polen eines gewöhnlichen Magnets hält, so wird es von demselben stark angezogen; hält man es aber gegen die Mitte des Magnets, so wird man die Anziehung kaum merklich, oder wenigstens weit schwächer als an den Polen, finden. Dem zu Folge könnte man vermuthen, daß ein Stück Eisen stärker werde gegen die Erde gezogen werden, wenn es sich bey den Polen der Erde, als wenn es sich bey dem Aequator befindet; welche Anziehung sich mit der Schwere verbinden, und sich dadurch zeigen müste, daß eben dasselbe Stück Eisen bey den Polen gewogen, ein anderes Gewicht hätte, als in der Gegend des Aequators. Denn wäre die magnetische Anziehung der Erde überhaupt merklich, so müste es im erstern Falle mehr, als im letztern wiegen. Man hat zwar noch nie einen solchen Unterschied der Gewichte gefunden; inzwischen bin ich geneigt zu glauben, daß der Versuch gelingen würde, wenn man ihn mit aller hiezu nöthigen Feinheit und Genauigkeit anstellete; man würde nemlich ebendasselbe Stück Eisen in den Ländern gegen die Pole etwas schwerer finden, als in den Gegenden um den Aequator; gesetzt aber auch, man fände gar keinen solchen Unterschied der Gewichte, so würde man doch daraus nicht schliessen können, daß die Erde gegen das Eisen an ihrer Oberfläche keine magnetische Anziehung äußere, und daß diese Anziehung nicht bey den Polen stärker, als bey dem Aequator sey. Denn fürs erste ist der Magnetismus der Erde sehr schwach, und also der Unterschied der Anziehung an verschiedenen Orten sehr gering, dennoch aber die

richtende Kraft ziemlich stark, weil sie sich, wie wir im vorigen Theile gezeigt haben, auf eine weit größere Entfernung, als die anziehende, erstreckt. Zweytens muß man in Betrachtung ziehen, daß der Aequatorialdurchmesser der Erde größer ist, als die durch die Pole gehende Axe, und daß die Gravitation oder das Gewicht der Körper im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Mittelpunkte der Erde abnimmt, daher denn auch ohne die magnetische Anziehung, bloß um der Gravitation willen, das Stück Eisen bey den Polen mehr wiegen muß, als beym Aequator; weil es bey den Polen dem Mittelpunkte der Erde in der That näher ist, als beym Aequator.

Wenn die Magnetnadel allezeit genau nach Norden und Süden, oder allezeit auf eine von diesen Punkten gleichweit abstehende Gegend hinwiese, so würde daraus zu schließen seyn, daß die Erde zween feste magnetische Pole hätte, welche entweder mit den Polen ihrer Umdrehung übereinkämen, oder sich in einem gewissen Abstande von denselben befänden. Allein die beständige Veränderung der Magnetnadel zeigt, daß diese magnetischen Pole der Erde in Rücksicht auf die Erdfläche ihren Ort verändern. Hierüber haben nun einige scharfsinnige Naturforscher der Welt verschiedene Muthmaßungen vorgelegt. Man hat innerhalb der Erde einen großen Magnet annehmen wollen, der an der äußern Rinde nicht anhänge, mithin in Absicht auf dieselbe beweglich sey, und also die Veränderungen der Nadel veranlasse; wenn aber dieses der Fall wäre, so müste die Veränderung regelmäßig seyn, d. i. sie müste an allen Orten der Welt so erfolgen, daß sie sich nach den zween Polen des großen innern Magnets richtete, welches jedoch nicht geschieht.

Um daher das Mangelhafte dieser Hypothese zu ergänzen, nahm man ferner an, es gebe vier magnetische Pole in der Erde, welche sich gegen einander bewegten, und es müsse daher die Variation der Nadel von der ver-

einten Wirkung aller dieser Pole zusammen hergeleitet werden, wodurch die Theorie derselben sehr verwickelt werden würde: demohngeachtet müßte doch auch in diesem Falle noch immer etwas Regelmäßiges, und gewisse Gesetze und Grenzen bey der Variation wahrgenommen werden; welches aber doch nicht statt findet. Kurz, ohne die Leser länger hiemit aufzuhalten, wird es genug seyn zu sagen, daß noch keine der bisherigen Theorien hinreichend gewesen ist, die Variation der Nadel für irgend eine zukünftige Zeit, oder für einen Ort außerhalb der Gegenden, in welchen wirkliche Beobachtungen angestellt worden sind, anzugeben.

Es wird hier die schicklichste Stelle seyn, etwas weniges von den vornehmsten Variationskarten anzuführen, welche theils von D. **Edmund Halley** aus den Beobachtungen im Anfange des jetzigen Jahrhunderts, theils von den Herren **Mountaine** und **Dodson** nach den Beobachtungen vom Jahre 1756 verzeichnet worden sind. *)

Die gewöhnliche Methode, solche Karten zu verzeichnen, ist diese, daß man auf einer allgemeinen Weltkarte alle diejenigen Orte mit Punkten bemerkt, in welchen die Abweichung der Magnetnadel beobachtet worden ist, und daß man alsdann Linien durch diese Punkte zieht, so daß durch alle diejenigen Orte, an welchen die Abweichung der Nadel gleich groß gefunden worden ist, einerley Linie gehe, es mag nun dieselbe krumm oder gerade ausfallen; so zieht man z. B. eine Linie durch alle diejenigen Orte, an welchen die Abweichung 10 Grad westlich ist, eine andere durch diejenigen, wo die Abweichung eine andere Zahl von Graden ausmacht, u. s. w. Man nennt dieses **Abweichungs-Linien** **). Man sieht leicht, daß bey diesem

*) Man sehe die Philos. Trans. Vol. L. für das Jahr 1757.

**) Diejenigen Linien, welche durch Punkte gehen, wo das nördliche Ende der Nadel von dem Meridiane des Orts ostwärts abweicht, heissen östliche Abweichungslinien; diejeni-

Verfahren die Variation der Nadel an den meisten Stellen bloß durch Rathen oder durch den Zug der Linie bestimmt werden muß; und ob man gleich eine Art von Convergenz der Abweichungslinien gegen gewisse Hauptpunkte bemerkt, so ist doch diese anscheinende Regelmäßigkeit vielen Ausnahmen unterworfen, welche den Nutzen dieser Abweichungskarten sehr vermindern.

Auf D. Halley's Karte durchschneidet die Linie, in welcher die Abweichung Null ist, den londner Meridian ohngefähr um den 55sten Grad südlicher Breite, geht dann in einem Bogen auf die Westseite dieses Meridians, krümmt sich desto mehr, je weiter sie in der nördlichen Halbkugel fortgeht, und endiget sich bey Charles-Town an der Küste von Nordamerika.

Auf der andern oben angeführten Karte geht diese Linie mehr westwärts von dem londner Meridiane ab, macht eine noch unregelmäßigere Krümmung und endiget sich an der Küste von Florida, um den 30sten Grad nördlicher Breite.

Die östlichen Abweichungslinien liegen an der hohlen Seite der vorerwähnten Linie, die westlichen an der erhabenen; diese letztern gehen bis auf eine ziemliche Entfernung fast mit eben der Krümmung fort, welche die Linie der Abweichung Null hat, wenn man aber bis diesseits des Wendekreises des Krebses kömmt, so stehen die westlichen Abweichungslinien fast senkrecht auf dem Meridian.

Im indischen Meere und in den Gewässern zwischen der Insel Madagascar und dem Südpole sind die Abweichungslinien weit unregelmäßiger, so daß es unmöglich wird, durch bloße Beschreibung einen deutlichen Begrif

gen hingegen, welche durch Punkte gezogen sind, wo das nördliche Ende der Nadel westwärts vom Meridian abweicht, werden westliche Abweichungslinien genannt; die Linien endlich durch diejenigen Punkte, wo die Nadel in den Meridian selbst hinweiset, heissen **Linien für die Abweichung Null** (lines of no declination).

davon zu geben: daher ich diejenigen Leser, welche diesen Gegenstand weiter untersuchen wollen, auf die gedachten Karten selbst verweisen muß.

Ein merkwürdiger Umstand bey diesen Karten ist dieser, daß die Abweichungslinien einander nirgends kreuzen.

Meiner Meynung nach mag wohl der Magnetismus der Erde von der magnetischen Kraft aller in ihr enthaltenen und mit andern Körpern vermischten magnetischen Substanzen entstehen. Wäre dies, so könnte man die magnetischen Pole der Erde als die Mittelpunkte der Polarität aller particulären Aggregate von magnetischen Substanzen ansehen, und es müsten diese Hauptpole ihren Ort gegen die Oberfläche der Erde so oft ändern, als sich diese Aggregate magnetischer Substanzen in der Erde auf eine oder die andere Art veränderten, indem entweder ihre Kraft vermehrt und vermindert, oder sie den Hauptpolen näher gebracht und davon entfernt würden. Da aber diese Gedanken sich vornehmlich auf einige meiner eignen Versuche gründen, so will ich nichts weiter von denselben erwähnen, bis ich im vierten Theile dieses Werks die gedachten Versuche werde angeführt haben.

Ob man gleich in Absicht auf die Variation der Magnetnadel nichts regelmäßiges hat festsetzen können, so will ich doch (weil die verschiedene Lage der magnetischen Pole innerhalb der Erde sehr mannigfaltige Erscheinungen veranlasset, und die richtige Kenntniß derselben denen, welche diesen verwickelten und doch für das Wohl der menschlichen Gesellschaft so wichtigen Gegenstand weiter untersuchen wollen, sehr nützlich ist) die vornehmsten Fälle anführen, welche in Absicht auf die Lage der magnetischen Pole möglich sind. Ich will hiebey annehmen, daß es zween Pole giebt, und daß dieselben auf der Oberfläche der Erde liegen. Es sind dieser Fälle vier *).

*) Diese vier Fälle sind von D. Lorimer, einem großen Kenner der Lehre vom Magnet, aus einander gesetzt worden.

Erster Fall. Wenn die magnetischen Pole mit den Polen der Umdrehung der Erde übereinkämen, (und die Erde durchaus gleichförmig magnetisch wäre) so könnte es an keinem Orte der Welt irgend eine Abweichung oder Variation des Seecompasses geben; denn in diesem Falle würde die Nadel, indem sie nach den magnetischen Polen wiese, allezeit auch auf die wahren Erdpole zeigen; sie würde sich also nothwendig in die Richtung der Mittagslinie stellen, oder sie würde weder östliche noch westliche Abweichung oder Variation haben.

Zweyter Fall. Wenn die magnetischen Pole unter einerley Meridian, aber in entgegengesetzten Parallelkreisen lägen, so würde unter dem Meridiane, welcher durch die magnetischen und durch die eigentlichen Pole zugleich gienge, sowohl zwischen den beyden magnetischen Polen, als auch in der entgegengesetzten Hälfte des Meridians, aus den beym ersten Falle angeführten Ursachen, ebenfalls keine Abweichung statt finden können. Auch würde man unter dem Aequator keine Abweichung wahrnehmen. Denn es würde zwar, wenn nur ein einziger magnetischer Pol auf die Nadel wirkte, die Abweichung zunehmen, wenn man längst dem Aequator hin bis auf den 90sten Grad östlicher oder westlicher Länge fortgienge, und sie würde an dieser Stelle, nemlich 90° weit von der Linie, in der die Abweichung Null ist, dem Winkel gleich seyn, um welchen der magnetische Pol vom wahren Pole entfernt wäre; da aber im gegenwärtigen Falle der andere magnetische Pol allemal in eben demselben Abstande von der Nadel bleibt, so wird er auf das entgegengesetzte Ende derselben mit gleicher Kraft wirken, und also die Nadel selbst, rings um den ganzen Aequator in paralleler Lage erhalten. Geht man aber vom Aequator nordwärts oder südwärts, so muß die Abweichung so zunehmen, daß sie in den kleinen Bogen oder Theilen des Meridians, welche zwischen den wahren und den magnetischen Polen liegen, 180° beträgt, welches in allen Fällen die gröste mögliche

Abweichung ist. Ferner ist zu bemerken, daß in diesem Falle die Linien, in welchen die Abweichung Null ist, und welche diese Bogen, wo sie 180° ist, mit in sich begreifen, zween gröste Kreise der Kugel längst dem Meridiane und dem Aequator hin bilden werden, die sich unter rechten Winkeln durchschneiden, und die Oberfläche der Erdkugel in vier Viertel, zwey in jeder Halbkugel, theilen, wobey die eine die westliche Abweichung in der nördlichen und die östliche in der südlichen Hälfte, die andere Halbkugel aber gerade umgekehret, haben wird, so daß jeder Bogen oder Halbkreis, wo die Abweichung Null ist, die östliche Abweichung zur einen und die westliche zur andern Seite hat. Die kleinen Bogen, wo die Abweichung 180 Grad ist, welche zwischen den magnetischen und den eigentlichen Polen liegen, kann man auf alle Fälle als Theile der Linien, in welchen sie Null ist, ansehen; denn die Nadel stellt sich daselbst eben sowohl in den Meridian, als in den übrigen Theilen des Kreises, obgleich ihre Enden eine umgekehrte Lage haben. Kurz, so wie hier alle Abweichungslinien in den magnetischen und wahren Polen coincidiren und aufhören, so machen auch diese Bogen der Abweichung von 180 Graden eine Art von Grenze aus, und bilden mit jeder von diesen Linien eine in sich selbst zurückgehende Curve oder Figur; von welchen Figuren, von der Abweichung 180° zwischen den Polen an bis zur Abweichung 0° unter dem Aequator, immer eine einen grössern Raum einschließt, als die andere, bis sie zuletzt ein ganzes Viertel von der Oberfläche der Erde ausfüllen, und sich so genau als möglich nach der Größe und Gestalt der Erdfläche richten.

Als eine Abänderung dieses Falles kann man noch den hinzusetzen, da die magnetische Pole in einerley Meridiane, aber in nicht entgegengesetzten Parallelkreisen liegen. Die einzige Veränderung, welche hieraus entstehen kann, ist diese, daß in derjenigen Halbkugel, in welcher die magnetischen Pole und die eigentlichen am nächsten bey

einander liegen, die Figuren, welche die Abweichungslinien bilden, schmäler, die correspondirenden Figuren der andern Halbkugel hingegen breiter werden. Auch wird die Linie, in welcher die Abweichung Null ist, welche in diesem Falle den Aequator vorstellet, denjenigen Polen, welche am nächsten bey einander sind, verhältnißmäßig näher liegen, als den beyden andern.

Dritter Fall. Wenn die magnetischen Pole in entgegengesetzten Meridianen und in entgegengesetzten Parallelkreisen liegen, so kann aus den bey den vorigen Fällen angeführten Ursachen unter denjenigen Meridianen, welche durch die magnetischen und wahren Pole gehen, keine Abweichung statt finden. Unter dem Aequator aber, ostwärts und westwärts bis auf 90° der Länge fortgerechnet, wird die Abweichung immer mehr zunehmen, bis sie dem Winkel gleich wird, dessen Maaß der Abstand zwischen den magnetischen und den wahren Polen ist; von da aus aber wird sie die übrigen 90 Grade hindurch bis an den entgegengesetzten Meridian wieder abnehmen. Die Abweichungslinien von 10°, 20° u.s.f., bis zur größten Abweichung unter dem Aequator, werden in diesem Falle Bogen oder Curven, welche sich, so viel möglich, nach dem Gange und der Richtung der Linien, in welchen die Abweichung Null ist, richten, und Linien der ersten Ordnung genannt werden. Diejenigen Linien aber, wo die Abweichung unter dem Aequator am grösten ist, kreuzen einander in Form eines X, oder wie zween oben zusammenstoßende gothische Gewölbbogen, 90° weit von dem Meridiane oder Kreise, wo die Abweichung Null ist. Man nennt sie Linien der zweyten Ordnung, und sie lassen sich sehr schicklich als Grenzen zwischen den Linien der ersten und dritten Ordnung betrachten, so wie die Linien der Abweichung Null allezeit Grenzen zwischen den östlichen und westlichen Abweichungslinien sind. In dem gegenwärtigen Falle bilden die Linien der Abweichung Null, welche die Bogen der Abweichung 180° mit in sich begreifen, nur einen grösten Kreis längst dem Meridiane, welcher die Oberfläche der Erde

in zwo Halbkugeln theilt, in deren einer die Abweichung östlich, in der andern westlich ist.

Von der grösten Abweichung unter dem Aequator bis zu den Bogen der Abweichung 180° laufen die Abweichungslinien der dritten Ordnung, welches Curven sind, die in sich selbst zurückkehren, und fast wie Parabeln aussehen, welche man auf den Bogen der Abweichung 180° errichtet hätte.

Als eine Abänderung dieses Falles kann man noch den hinzusetzen, da die magnetischen Pole in entgegengesetzten Meridianen, aber in nicht entgegengesetzten Parallelkreisen liegen. Hiebey wird in derjenigen Halbkugel, in welcher die wahren und die magnetischen Pole einander am nächsten liegen, die Figur, welche die Abweichungslinien bilden, schmäler, in der entgegengesetzten Halbkugel hingegen verhältnißmäßig breiter seyn.

Vierter Fall. Dieser Fall ist von sehr weitem Umfange, wenn nemlich die magnetischen Pole weder in einerley noch in entgegengesetzten Meridianen liegen; und dies scheint auch die wirkliche Stellung dieser Pole gewesen zu seyn, seitdem man Beobachtungen über die Abweichung der Magnetnadel angestellt hat.

In diesem Falle nun können die Linien, wo die Abweichung Null ist, weder in der Richtung eines Meridians, noch in der des Aequators fortgehen, sondern sie müssen Curven bilden, welche gegen beyderley Richtungen verschiedentlich geneigt sind; sie theilen auch die Erdfläche zwar in zween Theile, aber diese Theile sind nicht Halbkugeln, wie im vorigen Falle, sondern von sehr verschiedener Größe. Liegen die magnetischen Pole in Meridianen, welche einander beynahe entgegengesetzt sind, so wird die Krümmung dieser Linien nicht so groß seyn, und sie werden mehr denen beym dritten Falle ähnlich werden. Wenn aber diese Pole näher an einerley Meridian zusammenrücken, so wird die Krümmung der Linien, in welchen die Abweichung Null ist, größer werden, bis sie

einander fast berühren, beynahe die Figur der Zahl 8 bilden, und endlich, wie im zweyten Falle, zween gröste Kreise ausmachen. Die Linien der zweyten Ordnung, welche bey der grösten Abweichung unter dem Aequator anfangen, haben, wenn die magnetischeu Pole beynahe in entgegengesetzteh Meridianen liegen, eine Abweichung, welche ziemlich dem zwischen den magnetischen und den wahren Polen enthaltenen Bogen gleich ist, wie im dritten Falle; wenn aber die magnetischen Pole gegen einerley Meridian zusammenrücken, so nimmt diese Abweichung ab, bis sie endlich ganz verschwindet, wie im zweyten Falle. Die andern Abweichungslinien in diesem Falle sind denen im vorigen so ähnlich, daß sie blos auf denselben bezogen werden dürfen. Endlich ist noch zu bemerken, daß es sowohl in diesem als in dem vorigen Falle wenig Unterschied macht, es mögen die magnetischen Pole in entgegengesetzten Parallelkreisen liegen, oder nicht.

Bis hieher sind die magnetischen Pole noch immer so betrachtet worden, als ob sie auf der Oberfläche der Erde lägen; wenn wir aber über ihre wahrscheinliche Lage aufmerksam nachdenken, so findet sich, daß sie allem Ansehen nach nicht an der Oberfläche der Erde, sondern in einiger Tiefe unter derselben liegen; wenigstens ist dieses der Fall bey dem Südpole. Denn da das Seewasser nicht magnetisch ist, und die südliche Halbkugel, besonders um den Pol, weit mehr Wasser als Land enthält, so folgt, daß der magnetische Südpol aufs wenigste erst im Meergrunde liegen kann; daher denn auch die Variation der Nadel in dieser Halbkugel ganz eine andere seyn muß, als wenn der magnetische Pol auf der Oberfläche der Erdkugel läge. Eben diese Bemerkungen können auch auf die Lage des Nordpols angewendet werden. Ueberdies muß man auch auf das Unregelmäßige sehen, welches aus der ungleichen Vertheilung des festen Landes und der Meere entspringt; da man sich leicht vorstellen kann, daß ein großer Strich Landes auf der einen Seite der Magnetna-

del dieselbe aus dem eigentlichen Meridiane ziehen muß, da hingegen ein großes Meer eine solche Wirkung nicht thun kann. Inzwischen liegt hierin noch mancherley Verschiedenheit, welche von der Beschaffenheit des Landes, der Tiefe des Meeres, der Natur des Meergrundes und dergl. abhängt. Es scheint daher, daß sich sehr viele Ursachen mit einander verbinden um auf die Magnetnadel zu wirken, und sie von dem wahren Meridian abzulenken; daher es fast unmöglich scheint, eine brauchbare Theorie hierüber zu entwerfen. Da aber dennoch dieser Gegenstand so wichtig für die menschliche Gesellschaft, besonders für die Verbesserung der Schiffahrt ist, so will ich durch diese Behauptungen nicht von einer weitern Untersuchung abschrecken; ich habe es aber doch für nöthig gehalten, alle scheinbare Schwierigkeiten desselben dem entschloßnen Forscher in dieser verwickelten und schweren Untersuchung vor Augen zu legen.

Zweytes Capitel.

Aehnlichkeit des Magnetismus und der Elektricität.

Als sich unsere Kenntnisse von der Elektricität noch ganz allein auf die Eigenschaften des Bernsteins und einiger wenigen andern Substanzen welche nach dem Reiben leichte Körper anziehen, einschränkten, konnte man diese Anziehung schwerlich von der magnetischen unterscheiden; und in der That gedenken ältere Schriftsteller der angeführten Eigenschaften des Bernsteins oft unter dem Namen eines Magnetismus desselben. Die neuern Erweiterungen der Wissenschaften aber, vornehmlich vom gegenwärtigen Jahrhundert, haben gezeigt, daß die Elektricität und der Magnetismus zwo ganz von einander unterschiedene Naturkräfte sind, ob gleich, wie man eingestehen muß, zwischen beyden eine auffallende Aehnlichkeit statt findet. Da man nun durch Verfolgung der Aehnlichkeiten zweener Ge-

genstände oft auf Entdeckungen in der Naturkunde geleitet worden ist, so scheint es mir nöthig, die Umstände anzuführen, in welchen der Magnetismus und die Elektricität einander ähnlich sind, dabey aber auch derjenigen zu gedenken, in welchen sie sich noch weit wesentlicher von einander unterscheiden.

Die Kraft, welche die Naturforscher die Elektricität nennen, ist von doppelter Art, nemlich die **positive** und die **negative Elektricität**. Es ist in dieser Lehre ein Gesetz ohne Ausnahme, daß Körper, welche einerley Elektricität haben, einander zurückstoßen, da hingegen diejenigen, welche verschiedene Elektricitäten zeigen, einander anziehen.

Eben so giebt es beym Magnet einen Nord- und einen Südpol; diejenigen Theile magnetischer Körper, welche einerley Polarität haben, stoßen sich zurück, da hingegen diejenigen, welche verschiedene Polaritäten besitzen, einander anziehen.

Wenn bey der Elektricität ein im natürlichen Zustande befindlicher Körper in den Wirkungskreis eines elektrisirten gebracht wird, so wird er selbst elektrisiret, erhält die entgegengesetzte Elektricität von jenem, und es erfolgt eine Anziehung; so daß es in der That keine elektrische Anziehung giebt, außer zwischen Körpern von entgegengesetzten Elektricitäten. Wird z. B. ein Streif Papier einer positiv elektrisirten Glasröhre nahe genug gebracht, so erhält derselbe eine negative Elektricität, und wird alsdann von der Röhre angezogen; ist aber das Papier so beschaffen oder in solchen Umständen, daß es keine negative Elektricität annehmen kann, so findet auch keine Anziehung statt.

Eben so kann auch ein eisenartiger Körper, der in den Wirkungskreis eines Magnets kömmt, von keinem Pole des letztern angezogen werden, er habe denn zuvor eine entgegengesetzte Polarität erhalten.

Keine Art der Elektricität kann allein hervorgebracht werden, sondern sie ist allezeit von der andern begleitet; wird z. B. eine Glasröhre an ihrer äußern Fläche positiv elektrisiret, so muß zugleich eine negative Elektricität, entweder an der innern Fläche, oder in der die Röhre umgebenden Luft da seyn.

Auf eben diese Art sind allezeit beyde magnetische Pole zugleich vorhanden, und man kann nie einen Körper hervorbringen, der nur die eine Polarität und nicht auch zugleich die andere hätte.

Man kann die elektrische Kraft durch gewisse Körper, z. B. Glas, Bernstein, Harze u. s. w., welche **elektrische** genannt werden, aufhalten und einschließen; andere Körper hingegen, welche **Leiter** oder **Nicht-elektrische** heißen, werden ohne Schwierigkeit von ihr durchdrungen.

So wird auch die magnetische Kraft von den eisenartigen Substanzen, besonders den harten, z. B. harten Stahl und Magnetstein aufgehalten: hingegen dringt sie leicht und ohne merkliche Hinderung durch alle andere Arten von Körpern.

Im Gegentheil aber ist auch die magnetische Kraft von der elektrischen in vielen Stücken unterschieden. Erstens wirkt sie auf unsere Sinne nie durch Licht, Geruch, Gefühl und Schall; dahingegen der elektrische Funken, Geruch und Schlag jedem, der mit elektrischen Versuchen umgeht, bekannt sind. Zweytens zieht der Magnet blos Eisen oder solche Körper, welche dieses Metall in irgend einem Zustande enthalten, dahingegen die elektrische Kraft Körper jeder Art anzieht. Drittens hat die elektrische Kraft ihren Sitz auf der Oberfläche elektrisirter Körper, die magnetische aber ganz in ihrem Innern. Endlich verliert der Magnet durch die Mittheilung an andere Körper nichts von seiner Kraft; ein elektrisirter Körper aber verliert allerdings einen Theil seiner Elektricität, wenn er andere elektrisiret. Inzwischen ist hiebey zu be-

merken, daß dieser Verlust nur dann statt findet, wenn sich beyde Körper wirklich berühren, und der andere Körper dadurch ebendieselbe Art der Elektricität erhält; wird aber der andere Körper blos dadurch elektrisiret, daß man ihn in den Wirkungskreis des erstern bringt, in welchem Falle er die entgegengesetzte Elektricität erhält, so verliert jener nichts von seiner Kraft. Der Körper A z. B. besitze einen gewissen Grad von positiver Elektricität, und man bringe einen andern Körper B im natürlichen Zustande nach und nach gegen ihn; so wird der Körper B, wenn er bis auf eine gewisse Distanz an den elektrisirten Körper A herankömmt, eine negative Elektricität erhalten, welche nichts von der Kraft des Körpers A hinwegnimmt; kommen aber beyde Körper einander bis zur Berührung, oder nur so nahe, daß die Elektricität von A in B übergehen kann, so wird B positiv elektrisirt, und A verliert dadurch einen Theil seiner Kraft. Dieser letzte Fall nun scheint, wenn man die Sache gehörig betrachtet, beym Magnet niemals statt zu finden; denn die Körper scheinen blos durch die Kraft der Wirkungskreise magnetisch zu werden, d. i. durch diejenige Kraft, welche die Magnete fähig macht, in die Entfernung zu wirken. Man kann daher ganz richtig sagen, daß elektrisirte und magnetische Körper auch darin übereinkommen, daß sie nichts von ihrer Kraft verlieren, wenn andere Körper durch ihre Wirkungskreise elektrisiret oder magnetisch gemacht werden.

Vielleicht werden diejenigen, welche beyde Gegenstände genau untersuchen, noch mehrere andere Aehnlichkeiten *) und Verschiedenheiten zwischen dem Magnetismus und der Elektricität antreffen; man wird aber, wie ich glaube, bey aufmerksamer Betrachtung finden, daß dieselben alle unter den oben angeführten mit begriffen sind.

*) Z. B. daß das Nordlicht, welches man für eine elektrische Erscheinung hält, einen hellen Bogen bildet, dessen Mitte gemeiniglich in den magnetischen Meridian fällt.

Drittes Capitel.

Von der Hypothese einer magnetischen Materie.

Die Hauptfrage bey der Lehre vom Magnet ist diese, was es für eine Ursache sey, welche in einem Magnete von dieser oder jener Art, die Anziehung, Repulsion und andere magnetische Erscheinungen hervorbringt. Es ist in der That sehr überraschend, daß ein Stück Stahl u. dergl. durch die bloße Berührung oder auch nur durch die Nähe eines Magnets verschiedene außerordentliche Eigenschaften annimmt, welche es auch hernach beybehält, und wobey doch sein Gewicht, seine Gestalt, Farbe und Härte gar nicht merklich geändert wird; daß es ferner hiebey nicht das Ansehen hat, als ob dem Stahle etwas vom Magnet mitgetheilt würde, oder aus dem letztern in den erstern übergienge, was man entweder durch die Sinne bemerken, oder durch Dazwischenkunft irgend eines bekannten Körpers abhalten und hindern könnte.

Zwar hat die Einbildungskraft der Menschen, welche immer bereit ist, die Lücken der Sachkenntnisse auszufüllen, eine Menge von Hypothesen auf die Bahn gebracht; aber die Unzulänglichkeit derselben zur Erklärung der verschiedenen Phänomene des Magnetismus zeigt bald, daß die meisten davon unwahrscheinlich, und viele sogar widersprechend und thöricht sind. Einige haben sich vorgestellt, daß die Zwischenräume der eisenartigen Körper mit Klappen versehen wären, welche der magnetischen Materie den Durchgang nach der einen Richtung verstatteten, nach der andern aber derselben die Rückkehr versperreten. Andere haben angenommen, es gebe in jedem Magnet einen beständigen Umlauf einer gewissen flüssigen Materie von einem Pole zum andern; mithin gebe es auch in der Erdkugel, welche ein großer Magnet sey, einen solchen beständigen Umlauf oder Strom der magnetischen Materie von den Gegenden des einen Pols zu den Gegenden des andern.

Ohne meine Leser mit einer umständlichen Erklärung und Widerlegung dieser und anderer Hypothesen aufzuhalten, will ich hier blos die Meinung des Herrn **Aepinus** vortragen, welche zwar einigen Einwendungen ausgesetzt, dennoch aber immer unter allen die wahrscheinlichste zu seyn scheinet *)

Herr **Aepinus** leitet aus der Analogie mit der gewöhnlich angenommenen Hypothese über die Elektricität, welche unter dem Namen der Franklinschen bekannt ist, die Vermuthung her, daß es eine flüssige Materie gebe, welche alle magnetische Erscheinungen hervorbringe, und die man daher die **magnetische Materie** nennen müsse, daß diese Materie fein genug sey, um durch die Zwischenräume aller Körper zu dringen, und daß sie elastisch sey, oder daß ihre Theile einander zurückstoßen.

Er nimmt ferner eine wechselseitige Anziehung zwischen der magnetischen Materie und dem Eisen und andern eisenartigen Körpern an; alle andere Substanzen aber sollen nach ihm gegen diese Materie unwirksam seyn, so daß zwischen ihnen und der letztern weder Anziehung noch Repulsion statt findet.

Er bemerkt hierauf, daß zwischen den eisenartigen und den idioelektrischen oder nichtleitenden Körpern viel Aehnlichkeit statt finde; denn die magnetische Materie gehe schwer durch die Zwischenräume des Eisens, so wie die elektrische Materie nicht anders als mit Schwierigkeit durch die Zwischenräume der Nichtleiter dringe. Bey allem dem aber giebt es keinen Körper, der eine Wirkung auf die magnetische Materie äußerte, und zugleich den Leitern ähnlich wäre; z. B. es giebt keinen Körper, dessen Theile die magnetische Materie anzögen, und dessen Zwischenräume doch von dieser Materie ohne Schwierigkeit durchdrungen werden könnten. Zwar scheint bey dem

*) Man s. Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi, auctore F. V. T. Aepino, Petrop. 1759. 4. Cap. I, §. 3.

Eisen eine Art von Gradation hierin statt zu finden; denn je weicher es ist, desto freyer dringt die magnetische Materie durch seine Zwischenräume, hingegen je härter es ist, desto mehr Widerstand setzt es dem freyen Durchgange dieser Materie entgegen; so, daß das Eisen im weichen Zustande den Leitern ähnlicher zu seyn scheint, als im harten.

Nach dieser Hypothese nun enthalten das Eisen und alle eisenartige Substanzen, eine gewisse Menge magnetischer Materie, welche gleichförmig durch sie verbreitet ist, wenn sie nicht im magnetischen Zustande sind. Sie zeigen daher in diesem Zustande weder Anziehung noch Repulsion gegen einander, weil die Repulsion zwischen den Theilen der magnetischen Materie von der Anziehung zwischen der Materie der Körper und dem magnetischen Fluido gerade aufgehoben wird, in welchem Falle man von diesen Körpern sagt, daß sie sich im natürlichen Zustande befinden. Wenn aber in einem eisenartigen Körper die ihm zugehörige magnetische Materie in das eine Ende getrieben wird, so wird dasselbe mit dieser Materie überladen, das andere Ende hingegen enthält davon zu wenig. In solchen, d. i. in magnetisirten Körpern, äussert sich eine Repulsion zwischen ihren überladnen Enden, weil sich die Theile des Ueberschusses von magnetischer Materie, welcher von der Anziehung der Materie der Körper nicht ganz im Gleichgewichte erhalten werden kann, zurückstoßen. Auch zeigt sich eine Anziehung zwischen dem überladnen Ende eines magnetischen Körpers, und dem zu wenig enthaltenden Ende eines andern, wegen der Anziehung zwischen der magnetischen Materie und der Masse des Körpers. Um aber die Repulsion zwischen den beyden zu wenig enthaltenden Enden zu erklären, muß man sich entweder vorstellen, daß die Massen der eisenartigen Körper, wenn sie ihrer zugehörigen magnetischen Materie beraubt sind, in ihren Theilen einander selbst zurückstoßen, oder daß die zu wenig enthaltenden Enden sich

nur darum zurückzustoßen scheinen, weil beyde die entgegengesetzten überladnen Enden anziehen; beyde Voraussetzungen aber sind ihren Schwierigkeiten ausgesetzt.

Demnach wird ein eisenartiger Körper magnetisch, wenn die gleichförmige Vertheilung der magnetischen Materie durch seine Substanz gestöret wird, so daß er an einem oder mehreren Theilen einen Ueberfluß und an einem oder mehreren andern Theilen einen Mangel an selbiger hat; und er bleibt so lang magnetisch, als seine Undurchdringlichkeit die Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen den überladnen und den zu wenig enthaltenden Theilen verhindert. Ein Stück Eisen wird magnetisch durch die Nähe eines Magnets, weil, wenn sich der überladne Theil oder Pol des Magnets gegen dasselbe kehret, der Ueberfluß der magnetischen Materie in diesem Pole, die magnetische Materie von dem nächsten Ende des Eisens hinwegtreibt, daher dieses Ende zu wenig behält, oder die entgegengesetzte Polarität erhält, die magnetische Materie aber in das andere Ende übergeht, welches daher überladen wird, oder einerley Polarität mit dem dagegen gehaltenen Pole des Magnets bekömmt. Wird hingegen ein Stück Eisen dadurch magnetisiret, daß man den zu wenig enthaltenden Theil oder Pol eines Magnets gegen dasselbe hält, so wird das nächste Ende des Eisens überladen u. s. w. weil dieser Theil des Magnets, da er seiner magnetischen Materie beraubt ist, die magnetische Materie des Eisens in das gegen ihn gekehrte Ende ziehet.

Hieraus erhellet, daß man, wenn man einen Körper, z. B. ein Stück Stahl, magnetisch machen will, dazu einen Magnet von solcher Stärke gebrauchen müsse, welche den Widerstand, den die Substanz des Stahls dem freyen Durchgange der magnetischen Materie entgegengesetzt, überwinden kann; daher läst sich weicher Stahl leichter magnetisch machen, als harter; und daher kann auch ein stärkerer Magnet eisenartige Körper ma-

gnetisiren, auf welche ein anderer schwächerer Magnet keine Wirkung thut.

Auch die Wirkung zweener Magnete auf einander läßt sich durch diese Hypothese leicht erklären. Wenn zween gleich starke Magnete ihre ungleichnamigen Pole gegen einander kehren, so wird ihre Kraft dadurch erhalten und gestärkt; sind im Gegentheil die gleichnamigen Pole an einander gestellt, so werden diese Magnete bey gleicher Stärke und Beschaffenheit einer des andern magnetische Kraft vermindern; sind sie aber von ungleicher Stärke oder Beschaffenheit in Rücksicht auf Härte, Gestalt und dergl., so wird des schwächern Kraft vermindert, aufgehoben oder verändert, im Verhältniß seiner Weichheit, Schwäche und anderer Umstände, die dem einsichtsvollen Leser leicht beyfallen werden.

Dritter Theil.

Praktische Lehre vom Magnet.

Bey diesem Theile des gegenwärtigen Werks geht meine Absicht dahin, die Versuche zu beschreiben, welche zum Beweise der im ersten Theile angeführten Gesetze des Magnetismus nöthig sind, und von den Werkzeugen Nachricht zu geben, die zum Gebrauche des Magnets erfordert werden. Ich werde bey diesen Beschreibungen der Versuche sowohl als der Werkzeuge hauptsächlich bey denjenigen Umständen stehen bleiben, welche von allgemeiner Beschaffenheit sind, und als Standpuncte dienen können, um den sinnreichen Experimentator bey der Erfindung vollkommnerer Werkzeuge und bey Anstellung der nöthigen Versuche durch die leichtesten Mittel, zu leiten; denn es ist sehr bekannt, daß die Ausbreitung und Erweiterung nützlicher Kenntnisse ungemein aufgehalten wird, wenn man sich fast zu jedem Versuche ein besonderes Werkzeug anschaffen muß, in welchen Fall jedoch Anfänger mehrentheils gerathen, wenn ihnen sehr zusammengesetzte und zahlreiche Geräthschaften beschrieben werden.

Erstes Capitel.

Beschreibung der magnetischen Werkzeuge.

Wenn man die magnetischen Eigenschaften alle zusammen nimmt, so kann man sie unter zwo Classen bringen, deren eine die Wirkungen des Magnets auf unmagnetische eisenartige Körper, die andere die Wirkungen eines Magnets auf den andern in sich begreift. Die

erste Classe betrift also blos die Mittheilung der magnetischen Kraft; die zweyte aber begreift das Anziehen und Zurückstoßen, wovon die richtende Kraft eine Folge ist, wozu also der Compaß und die Inclinations-Nadel mit gehören. Daher sind die vornehmsten Werkzeuge in der Lehre vom Magnet, einige Magnete oder magnetische Stäbe, eine Magnetnadel um die Richtung in der Horizontalfläche zu zeigen, und eine Inclinations-Nadel, um die Neigung anzugeben.

Wer es eben nicht nöthig hat, sehr feine und besondere Versuche anzustellen, der kann schon mit einem gemeinen künstlichen Magnete in Gestalt eines Hufeisens, welcher sehr wenig kostet, und mit einigen Nähnadeln verschiedenes zeigen; wer aber genauer zu Werke gehen, oder gar Erweiterungen in der Wissenschaft machen will, der muß einen guten vollständigen Satz von künstlichen Magneten, dergleichen gewöhnlich aus sechs Stäben bestehen, einige kleine Magnetnadeln, eine ziemlich große Nadel in einem eignen Gehänse mit einem getheilten Cirkel und eine Inclinations-Nadel besitzen; wozu man noch einige Stücken stählernen Drath, zween bis drey Stäbe von weichem Eisen, und einige andere Stücken rechnen kann, welche sehr wohlfeil anzuschaffen, aber doch zu verschiedenen Versuchen ungemein brauchbar sind.

Ich werde in gegenwärtigem Capitel blos die drey vornehmsten Werkzeuge, nemlich die Stäbe, die Nadeln und die Inclinationsnadel beschreiben, und die übrigen gelegentlich bey der Beschreibung der Versuche anführen.

Man hat gewöhnlich sechs zusammengehörige magnetische Stäbe, welche von dem besten und ganz hart gelassenen Stahle seyn müssen, ob man gleich noch immer kein sicheres Kennzeichen hat, wodurch sich der zur magnetischen Kraft am besten geschickte Stahl unterscheiden ließe. Es ist daher rathsam, den Stahl erst zu versuchen, ehe man davon zu Verfertigung der Stäbe Gebrauch macht. In dieser Absicht nimmt man ein Stück

davon, welches etwa drey Zoll lang und ¼ Zoll dick ist (ob es rund oder viereckigt ist, thut nichts zur Sache), macht es rothglühend, und taucht es in diesem Zustande in kaltes Wasser, wodurch es so hart wird, daß die Feile es nicht mehr angreift. Hierauf bringt man zween starke Magnetstäbe an dessen beyde Enden, so daß der Nordpol des einen Stabs das eine Ende, und der Südpol des andern das andere Ende des Stahls berührt, läßt sie ohngefähr eine Minute lang in dieser Stellung, und versucht dann, ob der Stahl einen Schlüssel oder ein anderes Stück Eisen, das man eben zur Hand hat, zu halten im Stande ist. Wenn man auf diese Art einige Stücken Stahl von verschiedenen Sorten nimmt und alle auf eben diese Art behandelt, so wird man bald sehen, welches das gröste Gewicht aufzuheben fähig ist, und welche Sorte von Stahl also am besten zur Verfertigung der Stäbe tauget.

Die Abmessungen dieser Stäbe müssen gewisse Verhältnisse haben; sonst werden sie nicht im Stande seyn, eine sonderliche Kraft anzunehmen. Die vortheilhafteste Gestalt ist wohl, wenn die Länge etwa zehnmal so groß als die Breite und zwanzigmal so groß als die Dicke ist. Die gewöhnliche Länge solcher Stäbe ist fünf Zoll, also die Breite ein halber und die Dicke ein Viertelzoll. Cylindrische Stäbe lassen sich nicht bequem behandeln.

Einige Naturforscher haben besondere Methoden, solche Stäbe zu härten, angegeben, z. B. daß man sie rothglühend in verschiedene Liquoren tauchen solle. Man hat für gewiß behaupten wollen, daß es sehr vortheilhaft sey, sie rothglühend in eine Mischung von geschabtem Horn und gemeinem Salz zu stecken; es scheint aber das bloße kalte Wasser eben so gut als irgend eine andere Substanz zu seyn.

An sich ist es gleichgültig, ob diese Stäbe polirt werden oder nicht; es ist aber besser sie zu poliren, weil sie alsdann nicht so leicht rosten. Das eine Ende des

Stabs wird gemeiniglich mit einem rings herum gehenden Striche bezeichnet, um einen Pol von dem andern zu unterscheiden; das bezeichnete Ende ist gewöhnlich der Nordpol.

Zu jedem Satze von Stäben gehören allezeit zwey Stücken von weichem Eisen, oder sogenannte **Unterlagen**, deren jede halb so lang, als ein Stab ist, so daß beyde nach einerley Richtung an einander gelegt, gerade die Länge eines Stabs ausmachen. Diese Stücken werden gebraucht, wenn man andere eisenartige Körper magnetisch machen, oder die Kraft des ganzen Satzes verstärken will.

Wenn man die magnetischen Stäbe an einander hält, so muß man sie wechselsweise so legen, daß das bezeichnete Ende des einen an das unbezeichnete des andern kömmt, wie man Taf. I. Fig. 4. sieht. Die Methode, solche Stäbe magnetisch zu machen, wird man im folgenden Capitel finden.

Die Einrichtung des Compasses oder der Magnetnadel ist sehr oft abgeändert worden, und fast jede Art hat ihre besondern Vortheile. Die einfachste Magnetnadel besteht aus einer gemeinen magnetisch gemachten Nähnadel, welche entweder an einen um ihre Mitte gebundenen Faden schwebend aufgehangen, oder durch sanftes und behutsames Auflegen auf die Oberfläche des Wassers in einem Gefäße schwimmend erhalten wird. Wenn nemlich die Nadel klein genug ist, so schwimmt sie auf dem Wasser, ob sie gleich mehr specifische Schwere, als letzteres, hat; denn es äußert sich zwischen dem Wasser und dem reinen Stahle eine Art von Repulsion; vielleicht trägt auch die Luft etwas dazu bey. Sobald aber nur ein Theil der Nadel ein wenig unter die Oberfläche des Wassers kömmt, so sinkt sie sogleich zu Boden. Das Unbequeme der oben angeführten ersten Art des Aufhängens der Nadel besteht in der Steife der Fäden, selbst der feinsten, welche die freye Bewegung der Nadel hindert.

Bey der zwoten Art sind die vornehmsten Fehler diese, daß die Nadel gewöhnlich gegen die Seitenwände des Gefäßes zu geht, und daß sie bey der geringsten Bewegung untersinkt; doch kann man das letztere durch ein daran befestigtes Stückchen Kork verhüten.

Die gewöhnlichste und bey weitem die beste Art, den Magnetnadeln ein freyes Spiel zu geben, ist diese, daß man sie mit ihrer Mitte horizontal auf scharf zugespitzten Stiften ruhen läßt, welche in einem Gehäuse oder auf einer Unterlage senkrecht aufgerichtet werden. In dieser Absicht giebt man den Nadeln in der Mitte ein Hütchen, oder eine konische Hölung, deren Scheitel oder Spitze über der Mitte der Nadel liegt; daß also, wenn die Nadel auf den Stift gelegt wird, dessen Spitze in den Scheitel der kegelförmigen Hölung trifft, der Schwerpunkt der Nadel gerade unter diese Spitze, d. i. unter den Aufhängungspunkt fällt; weil sonst die Nadel sehr leicht herabfallen würde.

Hiezu nun werden die Nadeln insgemein gerade durch ihre Mitte durchbohrt, so daß die Oefnung ziemlich weit wird; in diese Oefnung wird ein Stück geschlagenes Messing eingepasset, und dann die kegelförmige Hölung in das Messing gebohrt, so daß der Scheitel derselben nur sehr wenig über der obern Fläche der Nadel zu stehen kömmt, wie bey A, Taf. I. Fig. 5. Bey dieser Einrichtnng bohret die Spitze des Stifts B, welche mehrentheils von hartem Stahle, so wie der Stift selbst von Messing gemacht wird, gegen das messingene Hütchen, und macht in selbigem oft, wenn gleich das Messing geschlagen ist, durch das beständige Reiben einen kleinen Eindruck oder eine unregelmäßige Hölung, wodurch die freye Bewegung der Nadel beträchtlich verhindert wird. Um dies zu vermeiden, setzt man bey den besten Nadeln ein Stück Agat auf den obern Theil des Messings, und bohret den Scheitel der kegelförmigen Hölung in diesen harten Stein, wodurch die Bewegung der Nadel sehr frey und leicht

wird. Man nennt dies Nadeln mit dem Agathute, und die besten Seecompasse haben diese Art von Hut *). Taf. I. Fig. 6. zeigt das Profil dieses in das Messing eingesetzten Agathuts.

Da eine sehr geringe Unregelmäßigkeit in der Figur eines stählernen Stabs, demselben oft mehr als zween Pole, oder eine unbequeme Lage der beyden Pole giebt, welches man allezeit vermeiden muß; so haben einige das Durchbohren der Nadel für nachtheilig gehalten, und andere Arten der Aufhängung vorgeschlagen, wobey das Durchbohren vermieden werden könnte. Der beste unter diesen Vorschlägen wird Taf. I. Fig. 7. vorgestellt, wo die Magnetnadel AB an ein gehörig umgebogenes Stück Messing CED befestiget wird, in dessen Mitte bey G eine kleine kegelförmige Hölung ist, an der man ein Agathütchen anbringen kann. Um nun diese Nadel aufzuhängen, wird ein Stab FH, Fig. 8. in das Gehäuse KL befestiget; dieser hat auf seiner Mitte einen zugespitzten Stift J, auf welchem die Hölung des an die Nadel befestigten messingenen Stücks ruhet; die Nadel AB bewegt sich unter dem Querstabe FH, und dieser geht zwischen der Nadel und dem daran befestigten Messing, durch die Oefnung G, Fig. 7. hindurch. Man übersieht leicht, daß die Nadel bey dieser Einrichtung sich nicht ganz herum drehen kann, daher auch diese Art der Aufhängung zum Gebrauch auf Schiffen nicht anwendbar ist.

Die bey den Chinesern gewöhnliche Art, die Magnetnadeln aufzuhängen, ist sehr sinnreich. Fig. 9 und

*) Die Seecompasse wurden sonst (vielleicht an manchen Orten auch noch jetzt) auf folgende unschickliche Art gemacht — Der messingene Hut ward an die Mitte einer cirkelrunden pappenen Scheibe befestiget, auf welcher die Weltgegenden gezeichnet waren. An die untere Seite dieser Scheibe brachte man zwey Stücke magnetischen Stahl so an, daß sie einander parallel lagen, und etwa um einen halben Zoll von einander abstanden; die Spitze, auf welcher das Ganze ruhte, gieng zwischen denselben hindurch.

10. Taf. I. stellen die chinesische Nadel ziemlich in ihrer wirklichen Größe aus zween Gesichtspunkten dar, bey Fig. 9. steht das Auge in der verlängerten Richtung der Nadel; bey Fig. 10. betrachtet es dieselbe von der Seite *). J ist ein sehr dünnes und leichtes messingnes Hütchen, welches gegen den Rand zu ein paar einander gegenüber stehende Löcher hat. BB ist ein sehr dünner Streif Messing, am obern Theile bey A wie ein Ring gestaltet, durch welchen die Nadel CD hindurch geht. Die äussern Enden dieses messingnen Streifes gehen durch die Löcher am Rande des Hütchens J, und sind daran befestiget, indem man sie über den Rand umgebogen hat. Die Magnetnadel CD besteht in einem cylindrischen stählernen Drathe, ohngefähr einen Zoll lang und nicht über $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser; um ihren Nordpol zu unterscheiden, ist die eine Hälfte roth, die andere schwarz. Dies alles nun ruht auf der Spitze E, welche auf dem Boden des Gehäuses befestiget ist, und kann sich darauf sehr gemächlich bewegen. Obgleich bey dieser Einrichtung die Nadel über dem Aufhängungspunkte liegt, so fällt doch der Schwerpunkt aller drey mit einander verbundenen Stücken unter den Aufhängungspunkt, weil sonst alles herabfallen würde. Um zu verhüten, daß die Nadel nicht abfalle, wenn der Compaß beym Forttragen umgekehrt wird, ist an das Gehäuse eine sehr dünne messingne Platte befestiget, von welcher man bey FG einen Durchschnitt sieht; diese hat in der Mitte ein Loch, welches aber enger ist, als der Durchmesser des Randes von dem messingnen Hute, so daß der Hut dadurch verhindert wird, sich allzuweit von der Spitze des Stifts E zu entfernen, und also seitwärts herabzufallen.

*) Diese Zeichnungen sind nach einigen chinesischen Seecompassen gemacht, welche D. James Lind, Arzt zu Windsor, mit aus China gebracht hat. Die Nadeln daran sind fast alle von einerley Größe, nemlich einen Zoll lang.

Es ergiebt sich aber aus wiederholten Versuchen, daß das Durchbohren der Magnetnadeln keinen Schaden thut, oder wenigstens nicht im Stande ist, eine Vervielfältigung der Pole zu verursachen, und die gehörige Richtung der Nadel zu stören. Weit mehr Aufmerksamkeit erfordert die äußere Gestalt der Nadel, welche mehr Nachtheil verursachen kann. Daß man sie um die Mitte etwas breiter macht, um ihr gerade da mehr Stärke zu geben, wo sie beym Durchbohren geschwächt wird, thut keinen Schaden, wofern man es so einrichtet, wie Taf. I. Fig. 11. vorstellet, und keine Spitzen, Ecken oder unregelmäßige Zierrathen anbringet. Die Magnetnadeln zu den besten Seecompassen sind ziemlich breit, und an ihren Enden wird ein dünner messingner Ring befestiget, über welchen das Papier, worauf man die Weltgegenden zeichnet, gespannt werden kann. Die gröste Einwendung gegen breite Nadeln ist diese, daß ihre beyden Pole sehr oft nicht genau in der Axe liegen. Es würde daher eher rathsam seyn, sie etwas dick, als gar zu breit zu machen; denn, wenn gleich in diesem Falle ihre Pole nicht in der Axe, sondern der eine bey D, Taf. I. Fig. 12, der andere bey A liegen, so kann doch dies auf die Richtung der Nadel keinen Einfluß haben, weil sie sich doch wenigstens in einerley Verticalfläche mit der Axe befinden. Die beste Gestalt scheint daher die zu seyn, welche die Figuren 11. und 12. zeigen, welche zwo Ansichten einer und eben derselben Magnetnadel vorstellen.

Die Länge der gewöhnlichen Nadeln zu Seecompassen ist zwischen vier und fünf Zoll; diejenigen aber, welche zu Beobachtung der täglichen Variation gebraucht und **Variationsnadeln** genannt werden, macht man etwas länger. Einigen davon hat man bisweilen mehr als 2 Fuß Länge gegeben, um ihre Abweichung vom Meridian merklicher zu machen. Inzwischen ist es bey der gegenwärtigen verbesserten Art der Verfertigung physikalischer Werkzeuge, wenn die Arbeit mit gehöriger Sorgfalt aus-

geführt wird, genug, die Nadel etwa 8 Zoll lang zu machen, in welchem Falle sie die Variation bis auf eine halbe Minute, und noch viel weiter, anzeigen wird.

So viel von den verschiednen Arten, die Nadeln aufzuhängen. Ich will nunmehr die Umstände anführen, auf welche man bey der Verfertigung der Magnetnadeln zu sehen hat, und dann die vornehmsten Arten der Seecompasse beschreiben.

Man muß zu den Magnetnadeln diejenige Sorte von Stahl nehmen, welche den Magnetismus am besten annimmt; sie müssen auch ganz hart seyn, damit sie die magnetische Kraft desto länger behalten. *)

Ihre Gestalt muß so einfach als möglich, und frey von allen hervorragenden und andern uuregelmäßigen Verzierungen seyn. Kurz, man muß sie so einrichten, daß sie nicht mehr als zween magnetische Pole haben, und daß diese in einerley Ebne mit dem Aufhängungspunkte fallen **).

Bey den gewöhnlichen Magnetnadeln liegen die Enden, welche die Grade der Theilung angeben, unter dem Aufhängepunkte; wenn also die Nadel nicht horizontal, sondern, wie ein Pendul vibrirt, so kommen sie nicht beständig auf eben dieselben Theilungsstriche. Um dieses zu vermeiden, werden bey den bessern Nadeln, besonders zu Variationscompassen, zwo Stücken von anderm Me-

*) Gewöhnlich bringt man die Nadeln auf die blaue Federhärte. Allein dies ist gar nicht zu billigen. Sie nehmen zwar in diesem Zustande den Magnetismus leichter an; aber sie verlieren ihn auch aus eben dieser Ursache weit leichter.

**) Das Härten des Stahls durch das gewöhnliche Verfahren, da er glühend in kaltem Wasser abgelöscht wird, verändert sehr oft seine Gestalt, und macht ihn krumm, besonders, wenn er eine längliche Form hat. Man muß daher die Magnetnadeln beym Feilen etwas breiter lassen, als nöthig ist, und ihnen erst nach dem Härten durch Abschleifen die gehörige Gestalt und Größe geben.

tall an die Enden der Nadel gesetzt, und zuerst ein wenig auswärts, dann aber wieder horizontal gebogen, so daß sie in eine gerade Linie mit dem Aufhängepunkte zu liegen kommen.

Auch muß man sie so leicht als möglich machen, um das Reiben am Aufhängepunkte zu vermindern, welches auch sogar in dem Falle, wenn sie mit Agathüten versehen sind, einigen Widerstand gegen ihre freye Bewegung verursachet.

Die Agathüte selbst müssen die gehörige Gestalt haben, d. i. ihre Hölungen müssen vollkommen kegelförmig seyn. Ich habe viele solche Hüte untersucht, und kann versichern, daß dies sehr selten der Fall ist. Es ist auch wegen der Härte dieses Steins wirklich sehr schwer, sie gehörig zu formen.

Wenn gleich die Nadeln, ehe ihnen die magnetische Kraft mitgetheilt wird, vollkommen im Gleichgewichte stehen, so sinken sie doch hernach mit einem Ende nieder, wegen der einem jeden Magnete zukommenden Neigungskraft. Um ihnen nun die horizontale Stellung wiederzugeben, wird entweder ein kleines Gewicht an das steigende Ende angelöthet, oder es wird das sinkende Ende durch Abschleifen ein wenig leichter gemacht. Dies letztere aber ist ein sehr unbequemes Mittel, weil bey der geringsten Veränderung der Neigung, besonders, wenn man die Nadel von einem Orte zum andern bringet, ihre horizontale Stellung sogleich verlohren geht, wobey es denn nöthig wird, das eine Ende von neuem abzuschleifen.

Aus eben diesem Grunde ist es auch unbequem, ein befestigtes Gewicht an das eine Ende der Nadel anzubringen, wie bisweilen zu geschehen pflegt, da man ein Loch durch den Stahl bohret, und etwas Messingdrath so hindurchsteckt, daß er auf beyden Seiten der Nadel ein wenig hervorraget. Die beste Methode aber, ein solches

Gewicht anzubringen, ist diese, daß man an dem niedersinkenden Ende der Nadel ein kleines Stück Messing, das sich verschieben läst, aufsetzet, durch dessen Annäherung oder Entfernung vom Mittelpunkte der Nadel, die Wucht dieses Endes leicht nach Erfordern verändert werden kann.

Die vornehmsten Arten der magnetischen Compasse lassen sich auf vier bringen; nemlich, die bloß in einem Gehäuse schwebend hängende Magnetnadel; der eigentliche Seecompaß; der Azimuthalcompaß, oder derjenige, welcher auf der See vornehmlich dazu gebraucht wird, um die Abweichung der Nadel an einem gewissen Orte zu finden *); und der Variationscompaß, der auf dem festen Lande in gehöriger Stellung befestiget, zur Anzeige der täglichen Veränderung dient.

Was die erste Art betrifft, so ist davon keine weitere Beschreibung nöthig, da wir im vorigen schon genug davon gesagt haben.

Die zweyte Art, oder der eigentliche **Seecompaß** besteht aus drey Theilen, dem Gehäuse, der Windrose und der Nadel. Man sehe Taf. I. Fig. 13. Das Gehäuse, worin sich die Windrose und Nadel befinden, wird cirkelrund und von Holz oder Messing gemacht. Es wird in einem viereckigten hölzernen Kasten, mittelst zweener concentrischen Ringe (jimbols) aufgehangen, welche an die beyden Gehäuse mit Stiften so befestiget sind, daß das innere Gehäuse oder der Compaß bey allen Bewegungen des Schiffs in einer horizontalen Stellung bleibt, indem der

*) Er heißt der Azimuthalcompaß, weil er gebraucht wird, um die Abweichung aus Beobachtungen des Azimuths eines Gestirnes zu finden. Das Azimuth ist der Bogen des Horizonts, welcher zwischen dem Mitternachts- oder Mittagspunkte und demjenigen Punkte enthalten ist, in welchem der Scheitelkreis eines Gestirns den Horizont durchschneidet.

äussere oder viereckigte Kasten an dem Schiffe fest ist *). Das Gehäuse des Compasses ist mit einer Glastafel bedeckt, damit der Wind die Bewegung der Rose nicht stören könne. Ueber die Einrichtung der Nadel haben wir schon im vorigen genug gesagt; es bleibt also nur noch übrig, die Windrose zu beschreiben. Diese besteht aus einer runden Scheibe von Pappe, deren äusserer Rand in 360 Grade getheilt ist; innerhalb dieses Kreises aber befindet sich noch ein zweyter, welcher in 32 gleiche Theile oder Bogen getheilt wird, um die **Weltgegenden** oder **Rhumben** anzugeben, welche wiederum in Viertel getheilt sind.

Die Namen dieser Rhumben, vom Mitternachtspuncte angefangen, und rings um den Horizont fortgezählt, sind folgende, wobey der Buchstabe N. Nord, O. Ost, S. Süd, und W. West bedeutet.

N.	S.
N. gen O.	S. gen W.
N. N. O.	S. S. W.
N. O. gen N.	S. W. gen S.
N. O.	S. W.
N. O. gen O.	S. W. gen W.
O. N. O.	W. S. W.
O. gen N.	W. gen S.
O.	W.
O. gen S.	W. gen N.
O. S. O.	W. N. W.
S. O. gen O.	N. W. gen W.
S. O.	N. W.
S. O. gen S.	N. W. gen N.
S. S. O.	N. N. W.
S. gen O.	N. gen W.

*) Bisweilen hat man auch nur einen Ring, dessen Axen auf dem viereckigten Kasten ruhen, indem die Axen des Compaßgehäuses 90 Grad weit von jenen abstehen.

Tabelle

der Winkel, welche jeder Rhumb und jedes Viertel mit dem Meridian macht.

Nord	Nord	Süd	Süd	Rhumb		Gr.	Min.
				0	¼	2	49
				0	½	5	37½
				0	¾	8	26
N. gen O.	N. g. W.	S. gen O.	S. g. W.	1	0	11	15
				1	¼	14	04
				1	½	16	52½
				1	¾	19	41
N. N. O.	N. N. W.	S. S. O.	S. S. W.	2	0	22	30
				2	¼	25	19
				2	½	28	07½
				2	¾	30	56
N. O. g. N	N. W. g N.	S. O. g. S.	S. W. g. S.	3	0	33	45
				3	¼	36	34
				3	½	39	22½
				3	¾	42	11
N. O.	N. W.	S. O.	S. W.	4	0	45	00
				4	¼	47	49
				4	½	50	37½
				4	¾	53	26
N. O. g. O.	N. W. g. W.	S. O. g. O.	S. W. g W.	5	0	56	15
				5	¼	59	04
				5	½	61	52½
				5	¾	64	41
O. N. O.	W. N. W.	O. S. O.	W. S. W.	6	0	67	30
				6	¼	70	19
				6	½	73	07½
				6	¾	75	56
O. gen N.	W. gen N.	O. g. S.	W. g. S.	7	0	78	45
				7	¼	81	34
				7	½	84	22½
				7	¾	87	11
Ost	West	Ost	West	8	0	90	00

Des Hülfsmittels der doppelten Ringe ungeachtet ist doch das Schwanken des Compasses bey unruhiger See noch ein beträchtliches Hinderniß beym Gebrauch desselben zur Schiffarth. Man hat dasselbe durch verschiedene Mittel zu heben gesucht, deren einige ganz schlecht sind, andere aber auch nur wenig Wirkung thun. Schlechte Seeleute haben es nicht gern, wenn die Nadel zu stark magnetisch ist; weil sie dann, wie sie sagen, nicht leicht still stehet. In der That aber verhält sich die Sache so. Wenn die Nadel nicht stark magnetisch ist, so folgt sie dem Schwanken des Schifs leichter, und kömmt daher freylich eher zum Stillstehen; man muß aber dabey auch in Betrachtung ziehen, daß eben die Ursache, welche macht, daß sie der Bewegung des Schifs leichter nachgiebt, in eben dem Verhältnisse auch ihre gehörige Stellung in dem magnetischen Meridian hindert; daher dieses Hülfsmittel sehr unschicklich ist. Eben so unschicklich hat man die Schwierigkeit dadurch heben wollen, daß man die Reibung zwischen dem Hütchen der Nadel und der Spitze, worauf sie ruhet, zu vermehren gesucht hat.

Bisweilen hat man auch kleine Flügel von Papier an die untere Seite der Windrose angebracht, welche durch ihren Widerstand gegen die Luft im Gehäuse, die allzuhäufigen Vibrationen der Nadel hindern sollen. Man hat in eben der Absicht vorgeschlagen, die Nadel ihre Bewegungen in Oel oder einem andern Liquor machen zu lassen, wobey sie immer, wie gewöhnlich, auf einer Spitze ruhen muß; um sich concentrisch im Gehäuse zu drehen, da das Oel nur dazu dienen soll, ihre Vibrationen zu hindern.

Endlich hat man auch das Gehäuse, worinn sich die Nadel befindet, anstatt es in doppelten Ringen aufzuhängen, auf eine Spitze zu stellen versucht. Man hat in dieser Absicht den Boden des Gehäuses kegelförmig, wie die Böden der gewöhnlichen Weinflaschen, gebildet, den Scheitel dieses Kegels auf einen zugespitzten Stift gestellt,

und die konvexe Seite des Scheitels, oder diejenige, welche inwendig in das Gehäuse kömmt, die Nadel tragen lassen: man hat mich aber auf Befragen versichert, daß keine unter allen diesen Einrichtungen auf der See bessere Dienste thue, als der in doppelten Ringen aufgehangene und mit den obengemeldeten Vorsichtsregeln verfertigte Compaß. Die Zapfen der Ringe müssen in einerley Ebne mit der Nadel oder Windrose liegen, um das Unregelmäßige der Schwingungen, soviel möglich, zu vermeiden.

Der **Azimuthalcompaß** ist kein anderer, als der vorerwähnte; nur werden noch daran zwo Dioptern angebracht, durch welche man die Sonne sehen, ihr Azimuth finden, und daraus auf die in der Folge zu beschreibende Art die Abweichung der Magnetnadel bestimmen kann. Diese Art des Compasses zeigt Fig. 14. Die Umstände, in welchen er sich von dem gewöhnlichen Compaß unterscheidet, sind folgende: die Dioptern F, G, in deren einer G ein langer Einschnitt mit einem lothrechten Faden oder Drathe befindlich ist, dagegen sich in der andern Diopter F nur ein enger ebenfalls lothrechter Schlitz befindet; der Faden oder Drath HJ, der von einem Rande des Gehäuses bis zum andern gespannt ist; und endlich dieses, daß der Ring AB mit seinem Zapfen auf dem Halbkreise CD ruhet, dessen Fuß E sich in einem Futter drehen läßt, so daß man den Compaß bey unveränderter Stellung des Kastens KLM in die Runde drehen kann, um die Dioptern F, G, gegen die Sonne zu kehren. An der innern Seite des Gehäuses sind zwo Linien gezogen, welche gerade von den Punkten, wo der Faden HJ den Rand des Gehäuses berührt, senkrecht herabgehen. Diese Linien zeigen, wie viel Grade der Nord- oder Südpol der Nadel von dem Azimuth der Sonne absteht; und in dieser Absicht müßen die Mitte des Einschnitts der Dioptern F und G, der Faden HJ, und die gedachten Linien genau in einerley Verticalfläche liegen. Der Faden, welcher bey Instrumenten dieser Art oft auch wegbleibt, dient gleichfalls die Grade

zwischen dem magnetischen Meridian und dem Azimuth zu zeigen, wenn das Auge des Beobachters senkrecht darüber steht. An der Seite des Gehäuses ist bey dieser Art des Compasses gewöhnlich ein Stift, der, wenn man an ihm drückt, die Windrose trift und ihre Bewegung aufhält, damit man den Grad, welcher mit den senkrechten Linien an der innern Seite des Gehäuses zusammentrift, desto bequemer und sicherer bemerken könne.

Der **Variationscompaß**, welcher die tägliche Veränderung der Magnetnadel auf dem festen Lande angeben soll, wird insgemein länger gemacht, als die zur See gebräuchlichen, und da es nicht nöthig ist, ihn in die Runde zu drehen, so wird das Gehäuse nicht kreisrund, sondern länglich gemacht, so daß sich die Nadel, wenn es fest steht, etwa 40 bis 50 Grad weit bewegen kann. Die getheilten Bogen sind entweder im Gehäuse, oder auf einem horizontalen Gestell außer demselben; und dann wird der Compaß an einen Zeiger befestigt, welcher sich um den Mittelpunct des getheilten Bogens beweget, und an dessen Seite sich ein Nonius oder Vernier befindet, um noch Theile von Graden anzuzeigen. Bey dieser letzten Einrichtung muß der Zeiger so angebracht werden, daß seine Hauptlinie mit der Linie durch die Pole und den Aufhängungspunct der Nadel coincidiret; alsdann wird das Ende des Zeigers auf dem getheilten Bogen die Variation in Graden und Minuten angeben. Sind aber die getheilten Bogen innerhalb des Gehäuses, so bemerkt man die Variation sogleich aus der Beobachtung des Theilungsstrichs, auf welchen die Axe der Nadel einspielet.

Bey beyden Einrichtungen muß, wie leicht in die Augen fällt, der Anfang der Theilung genau in dem Meridiane des Orts stehen, oder man muß seine Abweichung von diesem Meridiane genau kennen, damit man bey Abzählung der Grade der Variation gehörige Rücksicht darauf nehmen könne.

Diese Compasse werden in die Mittagsfläche gestellt, indem man ein gewöhnlich daran befestigtes Fernrohr auf ein in einiger Entfernung befindliches Zeichen der Mittagsgegend richtet; oder indem man sie auf eine am Orte ihrer Aufstellung gezogne Mittagslinie setzt. Was aber die Methoden, die Mittagslinie eines Orts zu finden, betrift, so muß ich den Leser deshalb auf astronomische Schriften verweisen, da dieser Gegenstand gar nicht zu dem Inhalte des gegenwärtigen Werks gehöret.

Nach dem, was im vorigen angeführt worden, ist es kaum noch nöthig zu bemerken, daß bey Verfertigung und Aufstellung der Compasse alles Eisen weit genug entfernt werden muß. Man macht daher die Theile dieser Werkzeuge mehrentheils von Holz, oder wo dieses wegen der Theilung, der erforderlichen Stärke u. dgl. nicht wohl angebracht werden kann, von solchem Messing, welches nach angestellten Proben nicht auf die Magnetnadel wirkt.

Die **Inclinations-Nadel** ist von ihrer gehörigen Vollkommenheit noch sehr weit entfernt, ob sie gleich noch neuerlich ansehnliche Verbesserungen erhalten hat. Die gewöhnliche Art ihrer Einrichtung ist diese, daß man eine Axe durch die Nadel gehen läst, deren Enden, wie ein Wagbalken, auf zween Unterlagen ruhen, so daß sich die Nadel in der Verticalfläche um die Axe bewegen kann. Sie wird sich also, wenn sie in den magnetischen Meridian gesetzt wird, von selbst in die magnetische Linie stellen, und die Grade der Inclination an einem getheilten Kreise zeigen, in dessen Mittelpuncte die Nadel aufgehangen ist. — Fig. 15. ist eine Abbildung dieses Instruments, wo AB die Nadel ist, deren Axe EF in der Mitte zweener Queerstäbe CD, CD ruhet, welche an den getheilten Kreis IK befestiget sind. Gewöhnlich wird dieses Instrument auf einen Fuß G gesetzt; braucht man es aber zur See, so wird es an dem Ringe H in ein besonderes Gestell so aufgehangen, daß es lothrecht steht. Wenn es mit einem Stative versehen ist, so wird gemei-

niglich eine Wasserwage mit Weingeist dabey angebracht, und das Stativ bekömmt drey Schrauben, wodurch man dem Instrumente die gehörige Stellung geben kann, diese nemlich, daß der Mittelpunct der Bewegung der Nadel und der am untern Theile des getheilten Cirkels befindliche 90ste Grad genau in eine Vertikallinie kommen.

Die grösten Unvollkommenheiten dieses Instruments sind das Schwanken der Nadel, und die Schwierigkeit, zu wissen, ob die Nadel, nachdem sie magnetisch gemacht worden ist, noch im Gleichgewichte stehe, oder nicht; denn, wenn sie gleich vorher vollkommen im Gleichgewichte gewesen ist (welches sich daraus zeigt, daß sie in jeder Stellung, welche man ihr giebt, ruhig bleibt), so kann sie doch hernach durch Anhängen von Feuchtigkeit oder anderer fremden Materie dieses Gleichgewicht verlieren, welches man, wenn sie magnetisirt worden ist, nicht mehr mit Gewißheit wissen kann.

Die beste Methode, den Fehler zu vermeiden, der aus dem Mangel des Gleichgewichts entsteht, ist diese, daß man zuerst die Neigung der Nadel beobachtet, dann aber durch Magnete ihre Polarität umkehret, so daß dasjenige Ende, welches vorher über den Horizont erhoben war, sich nunmehr unterwärts wendet, worauf man denn die Neigung aufs neue untersucht. Das Mittel zwischen beyden beobachteten Neigungen wird der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn auch gleich die Nadel nicht völlig im Gleichgewichte gestanden hat. Aber hievon mehr im folgenden Capitel.

Ich will nun noch die Beschreibung einer Universal-Magnetnadel hinzufügen, d. i. einer solchen, welche die horizontale und vertikale Richtung des Magnets zugleich zeiget, oder, eigentlich zu reden, sich selbst in die magnetische Linie stellt, da man hingegen die vorherbeschriebene Inclinationsnadel in den magnetischen Meridian stellen muß. Diese Universalnadel ist eine Erfindung des D.

Lorimer, und man findet die hier mitgetheilte Beschreibung derselben im ersten Theile des fünf und sechszigsten Bandes der philosophischen Transactionen.

„Beschreibung einer neuen Inclinationsnadel, von „Dr. J. Lorimer, in einem Briefe an Sir „John Pringle.

„Wenn man eine **Terrelle**, oder einen kugelrunden Magnet antrift, so ist das erste, daß man ihre Pole sucht; und wenn man diese einmal entdeckt hat, so weiß man sogleich, wie sich eine kleine Nadel stellen werde, wenn sie auf diesen oder jenen Theil der Terrelle gesetzt wird. Die Pole entdeckt man am leichtesten, wenn man untersucht, an welchen Stellen die Eisenfeile oder eine kleine Nadel auf der Terrelle aufrecht steht; und dies geschieht gemeiniglich an zween Puncten, welche einander dem Durchmesser nach entgegen stehen. Die magnetischen Pole der Erde aber scheinen einander schief gegenüber zu stehen (man s. die Schriften der berliner Akademie vom Jahre 1757), ob es gleich noch nicht bekannt ist, wo sie eigentlich liegen, ob sie auf das feste Land oder in das Meer fallen, und ob wir in beyden Fällen ihnen nahe kommen können. Dem sey aber, wie ihm wolle, so dünkt es mir doch offenbar der sicherste Weg, die magnetische Theorie unserer Erdkugel vollkommen zu machen, daß man so nahe als möglich an diesen magnetischen Polen genaue Beobachtungen mit einer guten Inclinationsnadel anstelle, nach eben der Methode, die wir bey der **Terrelle** befolgen. Da mir aber alle Inclinationsnadeln, die ich gesehen habe, wenigstens für den Gebrauch zur See sehr übel eingerichtet zu seyn scheinen, so habe ich schon 1764 eine neue Einrichtung, nach einem ganz andern Plane erfunden, welche auch von Herrn **Sisson**, noch ehe ich England verließ, wirklich ausgeführt worden

ist. Ich habe ihr den Namen einer **Universalmagnetnadel** oder eines **Beobachtungs-Compasses** gegeben; weil man dadurch die Neigung, die Morgen- oder Abendweite und das Azimuth nehmen kann, ohne mehr als einen einzigen Gehülfen, der die Höhe nimmt, nöthig zu haben. Die Nadel ist fast von eben der Gestalt und Größe, wie die, welche jetzt bey der königlichen Marine zu Compassen gebraucht werden. Sie dreht sich vertical um ihre Axe, welche zwo konische Spitzen hat, die ganz leicht auf zwoen einander gegenüberstehenden Pfannen liegen. Diese Pfannen sind in die Seiten eines schmalen aufrechtstehenden messingnen Rahmens eingesetzt, der die Gestalt eines Parallelogramms hat, und etwa $1\frac{1}{8}$ Zoll breit und 6 Zoll hoch ist. In dieses Parallelogramm ist unter rechten Winkeln ein dünner versilberter und in halbe Grade getheilter messingner Kreis, etwa von 6 Zoll Durchmesser, befestiget, auf welchem die Nadel die Neigung zeigt, und den man, wenn man will, mit einem **Vernier** versehen kann; diesen will ich mehrerer Deutlichkeit halber, den magnetischen Neigungskreis nennen. Dieses messingne Parallelogramm, mithin auch der Neigungskreis, dreht sich horizontal um zween andere Zapfen, deren einer sich oben, der andere unten, befindet, mit dazu gehörigen Zapfenlöchern im Parallelogramm. Diese Zapfen sind in einen verticalen messingnen Kreis befestiget, der etwa $\frac{2}{16}$ Zoll breit und dick, und von solchem Durchmesser ist, daß der Neigungskreis und das Parallelogramm sich frey darin umdrehen können. Diesen zweyten Kreis will ich den **allgemeinen Meridian** nennen. Er ist nicht in Grade getheilt, hat aber ein kleines messingnes Gewicht am untern Theile, das ihn aufrecht erhält, und der Kreis selbst ist unter rechten Winkeln in einen andern Kreis von gleich großem innern Durchmesser eingeschraubt, welcher letztere eben so dick und doppelt so breit, auch versilbert und auf der obern Fläche in halbe Grade getheilt ist. Dieser stellt den Ho-

rizont vor, schwebt frey in doppelten Ringen, und hält sich allezeit ziemlich mit dem Horizonte parallel. Das Ganze befindet sich in einem saubern Gehäuse von Mahagonyholz von achteckigter Gestalt, oben und an den Seiten bis auf zwey Drittel der Höhe herabwärts mit Glastafeln versehen. Den Theil des Gehäuses, in welchem sich die Glastafeln befinden, muß man gelegentlich hinwegnehmen können. Das ganze Gehäuse läst sich um einen starken messingnen Fuß drehen, der in eine doppelte zu Verhütung des Werfens und Spaltens kreuzweis zusammengefügte Mahagonyplatte befestigt ist; und diese Platte steht wiederum auf drey messingnen Füßen, wie sie zu Messerbestecken gebraucht werden, welche nicht glatt sind, damit sie nicht so leicht ausgleiten, wenn das Schiff in eine starke Bewegung gesetzt wird.

Der Gebrauch dieses Instruments ist sehr deutlich, da die Neigung der Nadel zu jeder Zeit durch eine einzige Beobachtung erkannt werden kann, welche zugleich auch die Abweichung zeiget, wenn man das Gestell so weit umdreht, bis der große verticale Kreis genau in der wahren Mittagsfläche liegt: denn da der Neigungskreis allezeit in der Verticalfläche der Nadel liegt, so wird der Rand desselben offenbar auf dem Horizonte die östliche oder westliche Abweichung angeben. Auf der See aber, wenn die Bewegung nicht allzustark ist, drehet man den Rahmen so lange, bis der Verticalkreis in die Ebne der Sonnenstrahlen kömmt, d. i. bis der Schatten der einen Seite just auf die andere fällt, so wird der Rand des Neigungskreises die magnetische Morgen = oder Abendweite geben, je nachdem die Sonne auf der Ost = oder Westseite steht; und da das Azimuth zu allen Zeiten des Tages nebst der wahren Morgen = und Abendweite auf die gewöhnliche Weise gefunden werden kann, so giebt der Unterschied die Abweichung. Ist die Bewegung sehr stark, so beobachtet man die äußersten Grenzen der Vibrationen, und nimmt das Mittel für die magnetische Morgen = und

Abendweite. Scheint die Sonne nicht so hell, daß sie Schatten giebt, so kann man dem messingnen Kreise, wofern nur die Sonnenscheibe zu sehen ist, durch Visiren die gehörige Stellung geben. Der Hauptvortheil, den man anfänglich durch diesen Compaß zu erreichen suchte, war, eine Inclinationsnadel zu finden, welche zu Beobachtungen auf der See hinreichend wäre; da man die gewöhnlichen Nadeln durch ein oder das andere Mittel so stellen muß, daß sie alle ihre Vibrationen in dem magnetischen Meridiane machen, weil sie außerdem ganz untauglich sind. Denn, wenn eine Nadel rechtwinklicht gegen die magnetische Linie gestellt wird, so wird sie sich an allen Orten der Welt lothrecht auf- und niederwärts richten; daher ist die geringste Neigung allezeit in der magnetischen Linie. Bisher aber ist die einzige Methode, eine Inclinationsnadel auf der See gehörig zu stellen, diese gewesen, daß man sie in einerley Linie mit dem gewöhnlichen Compaß gebracht hat; dies kann aber, wenn die beyden Nadeln weit von einander abstehen, niemals mit einiger Genauigkeit geschehen, und wenn sie einander nahe sind, so zeigt wegen ihres wechselseitigen Einflusses keine richtig. Und gesetzt auch, sie wären einmal gehörig in diese Linie gestellt, so wird doch die geringste Bewegung des Schiffs sie wieder aus derselben bringen. Dieses Instrument aber hat in sich selbst ein beständiges Vermögen, sich nicht nur in die gehörige Stellung zu setzen, sondern auch darin zu erhalten, und dieselbe wieder anzunehmen, wenn es daraus gebracht wird, und es ist sehr deutlich zu sehen, wie es durch seine doppelte Bewegung dem Schwanken des Schiffs gleichsam entgegenwirkt. Das einzige, was ich noch zu bemerken habe, ist dieses. Da es doch Menschenhänden unmöglich ist, irgend ein Werkzeug mit wahrer mathematischer Genauigkeit zu verfertigen, so muß man, wenn zwo Theilungen vorhanden sind, wie im gegenwärtigen Falle, eine am nördlichen, die andere am südlichen Ende der Nadel, beyde beobach-

ten, und das Mittel zwischen beyden für die eigentliche Inclination der Nadel annehmen. Bey diesem Compaß aber hat man noch einen andern Weg, die Beobachtungen zu prüfen. Man nehme einen guten künstlichen Magnet, und stelle das eine Ende desselben auswendig am Gehäuse des Compasses gegen die Nadel, so kann man durch Bewegung des Magnets das nördliche Ende der Nadel so weit herumführen, bis es gegen Süden stehet, ohne das Gehäuse des Compasses zu öfnen. Legt man hierauf den Magnet weg, so kömmt die Nadel nach einigen wenigen Vibrationen wieder in ihre gehörige Stellung: da aber jetzt sowohl die Nadel als der Neigungskreis umgekehrt ist, *), so wird sie zwar nicht mehr genau auf den vorigen Grad der Theilung zeigen; das Mittel aber zwischen beyden Angaben wird, wie ich glaube, der Wahrheit so nahe kommen, als dies nur immer durch irgend ein Instrument zu erreichen möglich ist.

I **Frage.** Kann man nicht einen Theil dieses kleinen Unterschieds, der Richtung des magnetischen Einflusses (es bestehe derselbe, worin er wolle) in der stählernen Nadel zuschreiben? Und wenn man einen solchen Versuch an den gewöhnlichen Azimuthal-Compassen anstellen könnte, ist es nicht wahrscheinlich, daß auch hierbey die Variation merklich seyn würde? II **Frage.** Kann dies nicht verursachen, daß zween der besten Compasse dennoch ein wenig von einander abweichen? III **Frage.** Könnte man nicht dieser kleinen Abweichung einigermaßen dadurch abhelfen, daß man die Enden der Nadel spitzig machte, anstatt ihnen eine viereckigte Gestalt zu geben?

Ich bin ꝛc.

*) D. Lorimer meint nemlich, man soll den Magnet so anbringen, daß das Parallelogramm und der Neigungskreis eine halbe horizontale Umdrehung machen, so daß dasjenige Ende der Axe von der Nadel, welches vorher gegen Westen stand, sich nunmehr gegen Osten kehre.

Die stärkste Einwendung, welche einem jeden gegen das bisher beschriebne Instrument sogleich beyfallen muß, ist die Friction, welche besonders an den Zapfen des Neigungskreises die freye Bewegung der Nadel hindern muß. Wenigstens wird eine sehr genaue und geschickte Ausarbeitung erfordert, und die Zapfen des Neigungskreises müssen in Agat gehen.

Zweytes Capitel.

Versuche, wodurch man das Daseyn und die Beschaffenheit des Magnetismus bestimmet.

Die in gegenwärtigem Capitel vorgetragenen Versuche haben zur Absicht, Methoden anzugeben, wie man finden kann, ob sich ein Körper vom Magnet anziehen lasse, oder nicht, ob er einige magnetische Kraft besitze, oder nicht, und im Fall er sie besitzt, wie man seine Pole bestimme.

Erster Versuch.

Zu bestimmen, ob ein Körper einige Anziehung gegen den Magnet äußere, oder nicht.

Die verschiedenen Grade der Anziehung zwischen einem Magnete und eisenartigen Körpern erfordern verschiedene Methoden, sie zu untersuchen.

Wenn der gegebne Körper eine merkliche Menge Eisen enthält, so ist nichts weiter nöthig, als daß man einen natürlichen oder künstlichen Magnet mit demselben in Berührung bringe; man wird dabey gar bald bemerken, daß eine gewisse Kraft nöthig ist, um sie wieder von einander zu trennen. Die Größe dieser Kraft bestimmt den Grad der Anziehung zwischen dem gegebnen Körper

und dem Magnet: sind z. B. 2 Unzen Gewicht nöthig, sie zu trennen, so ist die Anziehung noch einmal so stark, als wenn es nur 1 Unze Kraft bedarf. Man muß aber bey dieser Untersuchung darauf sehen, daß der Magnet und der zu untersuchende Körper einander ähnliche Oberflächen entgegenkehren, und in vollkommne Berührung kommen; sonst wird es bey der Untersuchung verschiedener Körper unmöglich seyn, ihre Grade der Anziehung gegen einerley Magnet zu vergleichen.

Wenn der gegebne Körper bey Anwendung der eben beschriebenen Methode nicht merklich vom Magnete angezogen wird, so muß man ihn auf einem Stücke Kork oder Holz in einem irdenen oder hölzernen Gefäße auf Wasser setzen, so daß er schwimmet. Wenn man ihm unter diesen Umständen den Magnet von der Seite her nähert, so wird sich die Anziehung bald zeigen, indem der Körper auf den Magnet zu gehen wird. Bisweilen wird man den Magnet wohl bis auf $\frac{1}{10}$ Zoll an den schwimmenden Körper annähern müssen, um die Anziehung zu bemerken. Wenn in diesem Falle der Körper gegen den Magnet zu gehet, so muß man den letztern allmählig wegziehen und niemals beyde gegen einander stoßen lassen, weil nach dem Stoße der Körper, wenn er hart ist, gemeiniglich zurückweicht. Auch muß man darauf Achtung geben, daß der Körper in Ruhe ist, wenn man den Magnet gegen ihn bringt.

Noch geringere Grade der Anziehung, als die man mit Hülfe des Wassers bemerkt, kann man entdecken, wenn man den zu untersuchenden Körper auf Quecksilber schwimmen läßt, und den Magnet dagegen hält, in welchem Falle der erstere sich mit ungemeiner Leichtigkeit bewegen wird.

Hiebey hat man auf folgende Umstände Achtung zu geben. Die Oefnung des Gefäßes, in welchem das Quecksilber enthalten ist, muß wenigstens sechs Zoll im Durchmesser halten. Denn da die Oberfläche des Queck-

silbers an den Seiten des Gefäßes niedriger steht, und diese Krümmung in engen Gefäßen verhältnißmäßig größer ist, als in weiten, so wird der schwimmende Körper, wenn das Quecksilber in einem Gefäße von 3 oder 4 Zollen steht, stets gegen die Seitenwände zu fahren. Ein gemeiner Suppenteller ist zu dieser Absicht sehr bequem. Das Quecksilber muß sehr rein seyn; da es aber sehr schwer ist, es rein zu finden oder zu erhalten, so muß man es oft durch einen papiernen Trichter laufen lassen. Es wird dazu ein Stückchen Schreibpapier kegelförmig zusammen gerollet, so daß es eine kleine Oefnung etwa von $\frac{1}{20}$ Zoll Durchmesser behält. Ist das Quecksilber unrein, so wird sich der schwimmende Körper darauf nicht einmal so leicht, als auf Wasser, bewegen. Die umliegende Luft muß so ruhig als möglich bleiben, damit der Körper durch sie nicht in Bewegung gesetzt werde. In diesem Zustande muß man den einen Pol eines starken Magnets gegen die eine Seite desselben bringen; eben so, wie der Versuch auf dem Wasser angestellt wird, und mit eben derselben Vorsicht.

Zweyter Versuch.

Zu finden, ob ein gegebner Körper einige magnetische Kraft besitze, oder nicht.

Dieser Versuch erfordert genau das Verfahren beym vorigen, nur mit diesem Unterschiede, daß hier der gegebne Körper, wenn seine magnetische Kraft zu schwach ist, um sich bey einem dagegen gehaltenen Stück Eisen von selbst durch eine merkliche Anziehung zeigen zu können, auf Wasser oder Quecksilber gelegt werden muß. Alsdann bringt man, anstatt des Magnets beym vorigen Versuche, mit eben der Vorsicht ein Stück weiches und reines Eisen gegen ihn; denn, wenn er nur einige magnetische Kraft hat, so wird er bald von dem Eisen angezogen werden, welches bey diesem Versuche weder sehr lang noch schwer seyn muß. Ein Stück von einer halben Unze Gewicht

und zwegen einen Zoll Länge ist zu dieser Absicht sehr bequem.

Dritter Versuch.

Die Pole eines gegebnen magnetischen Körpers zu finden.

Man bringe die verschiedenen Theile der Oberfläche des magnetischen Körpers einen nach dem andern gegen den einen Pol einer Magnetnadel, so wird man bald gewahr werden, welche von denselben eine entgegengesetzte Polarität besitzen, indem sich die Nadel perpendiculär gegen dieselben richten wird. Alsdann halte man die Theile der Oberfläche des Körpers gegen den andern Pol der Nadel u. s. w.

Man muß sich bey diesem Verfahren hüten, den magnetischen Körper allzunahe an die Nadel zu bringen, damit seine Polarität nicht verändert werde. Der Abstand, in welchem diese Wirkung erfolgt, ist verschieden und richtet sich nach der Stärke der magnetischen Kraft, so daß man unmöglich Vorschriften darüber geben kann; man wird aber niemals fehlen, wenn man den magnetischen Körper so weit von der Nadel abhält, daß er nur gerade im Stande ist, eine merkliche Wirkung auf dieselbe zu thun.

Vierter Versuch.

Andere Methoden, eben die Absicht, wie beym vorigen Versuche, zu erreichen.

Hat der gegebne Körper nur zween Pole, so kann man dieselben auch ohne Magnetnadel bestimmen, wenn man etwas Eisenfeile darauf streuet, und bemerket, an welchen Stellen die Späne derselben aufrecht und perpendiculär auf der Oberfläche des Körpers stehen; diese Stellen sind dann die Pole. Um nun den Nordpol vom Südpole zu unterscheiden, setze man den Körper auf Holz, und lasse ihn auf Wasser schwimmen, oder binde einen

Faden darum und hänge ihn frey auf; so wird der Körper durch seine Richtung bald den Nordpol verrathen, er wird sich nemlich mit demselben gegen Mitternacht, und folglich mit dem entgegengesetzten Pole gegen Mittag kehren. In beyden Fällen, wenn nemlich der magnetische Körper auf Wasser schwimmt, oder am Faden hängt, muß er so gestellt seyn, daß beyde Pole in einer Horizontallinie liegen.

Inzwischen sind diese Methoden nicht so genau, als die vorige mit der Magnetnadel; erstens, weil sie nicht zu gebrauchen sind, wenn der gegebne Körper mehr, als zween Pole hat, und zweytens, weil selbst die zween Pole nicht allezeit in einer geraden Linie mit dem Mittelpunkte des Körpers liegen.

Drittes Capitel.

Versuche über die Wirkung eines Magnets auf eisenartige Körper, welche nicht magnetisch sind.

Eigentlich zu reden, wirkt der Magnet nie auf unmagnetische Körper; denn wenn ein Stück Eisen oder ein anderer eisenartiger Körper dagegen gehalten wird, so wird derselbe zuerst magnetisch und dann erst angezogen. Es ist daher in diesem Capitel die Rede nur von der Wirkung des Magnets auf solche Körper, welche nicht vorher schon magnetisch sind, ehe sie gegen den Magnet gebracht werden.

Erster Versuch.

Die Wirkungen des Magnets auf weiches Eisen zu beobachten.

Man stelle eine Magnetnadel auf eine auf den Tisch befestigte Spitze, und setze, sobald die Nadel ruhig steht, einen eisernen Stab, etwa von 8 Zoll Länge und zwischen $\frac{3}{4}$ Zoll und 1 Zoll Dicke, auf den Tisch, so daß das eine

Ende desselben dem Nordpole der Nadel zur Seite steht, und so nahe, daß die Nadel dadurch ein wenig aus ihrer natürlichen Richtung gezogen wird. In dieser Lage nähere man allmählig den Nordpol eines Magnets an das andere Ende des Stabs, und man wird sehen, daß sich das nördliche Ende der Nadel immer mehr von dem Stabe entfernt, je näher der Magnet demselben gebracht wird. Wiederholet man den Versuch, jedoch mit dem Unterschiede, daß der Südpol des Magnets gegen den eisernen Stab gerichtet wird, so kömmt das nördliche Ende der Nadel dem Stabe desto näher, je mehr der Südpol des Magnets dem Eisen genähert wird.

Die Ursache dieser Erscheinung ist folgende. Im ersten Falle erhält durch die Annäherung des Nordpols das Ende des eisernen Stabes, welches demselben am nächsten liegt, eine südliche, mithin das andere Ende eine nördliche Polarität, der zufolge die Nadel zurückgestoßen wird, weil gleichnamige magnetische Pole einander zurückstoßen. Im zweyten Falle aber, wenn der Südpol des Magnets gegen den Stab gebracht wird, erhält das nächste Ende desselben die nördliche, das entgegengesetzte also die südliche Polarität, es muß daher das letztere den Nordpol der Nadel anziehen.

Wenn man, indem der Pol des Magnets das eine Ende des Stabs berühret, eine kleine Magnetnadel in einer gewissen Entfernung gegen verschiedene Theile der Oberfläche des Stabes hält, so wird man aus dem Anziehen und Zurückstoßen der Nadel bemerken, daß diejenige Hälfte des Stabs, welche dem Magnet am nächsten stehet, die entgegengesetzte Polarität, die andere Hälfte aber einerley Polarität mit dem das Eisen berührenden Pole des Magnets hat.

Inzwischen liegt der magnetische Mittelpunkt oder die Grenze zwischen beyden Polaritäten nicht allezeit in der Mitte des Stabes, sondern fällt gemeiniglich näher gegen das dem Magnete zugekehrte Ende. Dieser Un-

terschied ist desto größer, je schwächer der Magnet und je länger der Stab ist; geht aber die Länge des Stabs über eine gewisse Grenze hinaus, welche von der Stärke des Magnets abhängt, so bekömmt der Stab mehrere auf einander folgende Pole. Berührt z. B. das eine Ende den Nordpol eines Magnets, so wird dieses Ende ein Südpol, einige Zoll weiter zeigt sich eine nördliche, hierauf wiederum eine südliche Polarität, u. s. f. In diesem Falle kömmt der erste magnetische Mittelpunkt sehr nahe an das Ende, welches dem Magnet am nächsten steht, die übrigen magnetischen Mittelpunkte liegen zwischen jedem Paare von successiven Polen.

Diese Pole werden immer schwächer an Kraft, je weiter sie von dem den Magnet berührenden Ende des Stabs abliegen, so daß sie bey einem sehr langen Stabe lange vorher schon aufhören, ehe man an das andere Ende desselben kömmt; wenn man daher den Pol eines Magnets an das eine Ende einer sehr langen Stange hält, so bekömmt das andere Ende dadurch gar keine magnetische Kraft. Dies geschieht, wenn ein Magnet, der etwa zwey Pfund Eisen zu heben vermögend ist, an das Ende einer eisernen Stange gehalten wird, die einen Zoll ins Gevierte und etwa 5 Fuß Länge hat.

Nimmt man den Magnet hinweg, so verliert die Stange, wenn sie von weichem Eisen ist, sogleich allen ihren Magnetismus; ausserdem behält sie denselben längere oder kürzere Zeit, je nachdem sie mehr oder weniger Härte hat.

Wird dieser Versuch mit Stäben von gleicher Größe, aber von verschiedenen Graden der Härte angestellt, so zeigt sich aus dem Anziehen und Zurückstoßen der Magnetnadel, daß das weiche Eisen mehr magnetische Kraft erhält, als das harte, oder der Stahl u. s. w.

Zweyter Versuch.

Die Wirkung des Magnets auf eisenartige Körper durch das Zurückstoßen und Anziehen zweyer Stücken Drath zu zeigen.

Man binde zwey Stücken weichen eisernen Drath AB, AB, Taf. II. Fig. 1. jedes an einen besondern Faden AC, AC; so daß beyde Fäden oben zusammen in eine Schleife gebunden werden, an der man sie an einer Nadel so aufhängen kann, daß die Stücken Drath AB, AB in einiger Entfernung von der Wand hängen. Hierauf bringe man das bezeichnete Ende D eines magnetischen Stabs, welches gewöhnlich der Nordpol ist, gerade unter dieselben, und man wird finden, daß sie sogleich, wie bey Fig. 2., einander zurückstoßen. Ihre Divergenz wird größer, wenn der Magnet bis auf eine gewisse Grenze näher gebracht wird, und nimmt ab, wenn man den Magnet wieder entfernt. Die Ursache dieser Erscheinung läßt sich sehr leicht aus den allgemeinen Gesetzen des Magnetismus herleiten. Es erhalten nemlich die Enden der Dräthe BB durch die Nähe des Nordpols D vom Magnete eine südliche Polarität, und stoßen folglich einander zurück, so wie auch die Enden AA einerley Polarität, nemlich die nördliche, erhalten, und daher einander gleichfalls zurückstoßen.

Wenn man, anstatt des Nordpols, den Südpol des Magnets den Dräthen entgegen kehret, so stoßen sie einander eben so, wie vorher, zurück; es sind aber jetzt die Enden BB Nordpole, so wie AA Südpole, geworden.

Nimmt man den Magnet hinweg, so fallen die Dräthe, wenn sie von weichem Eisen sind, bald zusammen, weil sie ihre magnetische Kraft verlieren; hat man aber Stahldrath oder Nähnadeln dazu genommen, so stoßen sie einander auch noch nach weggenommenem Magnete zurück, weil der Stahl die magnetische Kraft an sich behält.

Es ist im vorigen gesagt worden, daß die Divergenz der Dräthe, wenn der Magnet ihnen immer näher gebracht wird, **bis auf eine gewisse Grenze** zunehme. Die Ursache, warum dies nur bis auf eine gewisse Grenze statt findet, ist die Anziehung zwischen dem Magnet und den Enden der Dräthe selbst, welche, wenn der Magnet allzunahe kömmt, der Repulsion zwischen den Enden BB entgegen wirkt, so daß die Dräthe in diesem Falle, wie bey Fig. 3. stehen. Wird der Versuch mit Stahldrath oder Nähnadeln angestellt, welche den mitgetheilten Magnetismus auch nach der Entfernung des Magnets behalten, so werden die äußersten Enden mehr divergiren, wenn man den Magnet weggenommen hat, als wenn derselbe noch in der Nähe ist.

Dritter Versuch.

Die Wirkung des Magnets auf eisenartige Körper durch vier Stücken Stahl oder Nähnadeln zu zeigen.

Man nehme vier Stücken Stahldrath oder vier gewöhnliche Nähnadeln, binde Fäden darum, und knüpfe dieselben, je zween und zween, wie beym vorhergehenden Versuche zusammen. Hierauf bringe man einerley Pol des Magnets unter beyde Paare, nemlich unter eines nach dem andern, so werden sie dadurch einen bleibenden Magnetismus erhalten, und die Dräthe in jedem Paare werden einander zurückstoßen. Legt man nun den Magnet auf die Seite, und bringt das eine Paar Dräthe gegen das andere, so daß ihre untersten Enden alle in einerley Horizontalfläche kommen, so stoßen die vier Dräthe einander zurück, und stellen sich in ein Viereck, weil ihre untersten Enden alle einerley Polarität haben.

Wenn man aber, anstatt allen untern Enden einerley und allen obern die entgegengesetzte Polarität zu geben, den untern Enden des einen Paars die eine und denen des

andern Paars die entgegengesetzte Polarität giebt, so werden zwar, wenn man beyde Paare weit auseinander hält, die Dräthe eines jeden sich abstoßen und von einander fliehen; bringt man aber beyde Paare zusammen, so werden alle vier Dräthe in ein Bündel zusammenfallen. Die Ursache hievon ist diese, daß die entgegengesetzten Polaritäten beyder Paare, wenn sie einander nahe kommen, sich anziehen und die Repulsion zwischen den Dräthen der einzelnen Paare aufheben.

Man kann auch mehr als zwey Paare von Dräthen oder Nadeln nehmen, und einem Theile derselben am untern Ende die eine Polarität, dem übrigen Theile hingegen die andere geben, und so Wirkungen hervorbringen, welche den oben beschriebenen ähnlich sind.

Vierter Versuch.

Wirkung des Magnets auf Eisenfeile.

Man streue etwas Eisenfeile auf ein Blatt Papier, welches auf dem Tische liegt, und lege einen kleinen künstlichen Magnet darauf. Alsdann klopfe man einige mal ganz gelind mit der Hand auf den Tisch, so daß die Feilspäne ein wenig geschüttelt werden; so wird man finden, daß sich dieselben auf die Taf. II. Fig. 4. vorgestellte Art rings um den Magnet herumlegen. Mehrere Theile derselben hängen sich aneinander, und stellen sich in Linien, welche an den Polen in einerley Richtung mit der Axe des Magnets fortgehen, ein wenig seitwärts aber von den Polen des Magnets sich anfangen zu krümmen, und dann vollkommne Bogen bilden, welche von einem Punkte in der nördlichen Hälfte des Magnets bis zu einem Punkte in der andern Hälfte reichen, welche die südliche Polarität hat.

Diese schon seit langen Zeiten beobachtete Erscheinung hat verschiedene Gelehrte bewogen, zu glauben, daß es einen Umlauf oder Wirbel einer Materie von einem

Pole eines jeden Magnets zum andern gebe, durch welchen die Eisen- oder Stahlfeile so um den Magnet herum gelegt werde. Auf den ersten Blick kann auch der weniger geübte leicht verleitet werden, einen solchen Umlauf einer Materie zu glauben; ein wenig Ueberlegung aber wird das Widersprechende dieser Voraussetzung bald zeigen. Denn wenn wirklich eine Materie, von welcher Beschaffenheit sie auch seyn möchte, von einem Pole zum andern circulirte, und auf die Eisenfeile wirkte, so würden die Späne alle gegen den Pol zu getrieben werden, nach welchem diese Materie hinströmte.

Die wahre Ursache dieser Stellung der Eisenspäne ist vielmehr diese, daß dieselben wirklich magnetisch werden, daher die beyden Enden eines jeden Spänchens entgegengesetzte Polaritäten bekommen. Man nehme einmal an, ein einziges länglich gestaltetes Eisentheilchen werde an verschiedene Theile der Oberfläche eines Magnets gebracht, so ist aus dem, was wir im vorigen vorgetragen haben, offenbar, daß an den Polen dieses Eisentheilchen, wie AB Taf. II. Fig. 5. perpendiculär auf der Oberfläche stehen wird, weil sein entfernteres Ende B einerley Polarität mit dem Ende C des Magnets hat, also von demselben von beyden Seiten her gleich stark zurück gestoßen wird, von dem Einflusse des andern Endes D aber gänzlich entfernt ist. An den Seiten um den Pol aber wird eben dieses Theilchen schief stehen, weil nun der entferntere Pol des Magnets auf dasselbe zu wirken anfängt; und in der Mitte des Magnets wird es sich dicht an denselben anschließen, oder wenn es in einiger Entfernung gehalten wird, mit demselben parallel liegen, weil beyde Pole des Magnets gleich weit von seinen beyden Enden abstehen, und also eine gleiche Wirkung auf dasselbe ausüben. Sind nun mehrere solche Eisentheile, nemlich die Feilspäne in der Nachbarschaft des Magnets vorhanden, so werden diejenigen, welche seine Oberfläche berühren, magnetisch, ziehen daher andere Theilchen an, welche eben-

falls magnetisch werden, und wiederum andere anziehen. So entstehen Reihen von kleinen Magneten, welche nach und nach immer schwächer an Kraft werden, je weiter sie vom großen Magnet ab liegen. Da jedes dieser Theilchen zween magnetische Pole hat, so ergiebt sich bey einigem Nachdenken leicht, daß die entferntesten Enden derjenigen Reihen, welche von den Theilen und dem einen Pol des Magnets z. B. dem Nordpole, ausgehen, eine nördliche Polarität, hingegen die entferntesten Enden derjenigen Reihen, welche von den Theilen um den Südpol ausgehen, eine südliche Polarität haben müssen: wenn also beyde einander nahe genug kommen, so müssen ihre Enden einander anziehen und also die in der Figur vorgestellten krummen Linien bilden.

Das Klopfen auf den Tisch dient bey diesem Versuche, um die Feilspäne von dem Papiere los zu machen und ein wenig in die Höhe zu erheben, damit sie sich frey in die gehörige Lage stellen können; sonst würde der Magnet nicht Kraft genug haben, die in einer beträchtlichen Entfernung befindlichen Theilchen gehörig zu stellen.

Fünfter Versuch.

Die Wirkung des Magnets vermittelst eines aufgehangenen Körpers zu zeigen.

Man binde einen Faden an das eine Ende eines Stücks von weichem Eisendräth AB, Taf. II. Fig. 6. welches etwa vier Zoll lang ist, und hänge es frey auf. Ferner stelle man ein Stativ so, daß es einen Stab von weichem Eisen CD trägt, dessen eines Ende C etwa ¼ Zoll von dem untern Ende B des Drathes absteht. Wenn man nun hierauf den einen Pol eines starken Magnets EF darunter bringt, so wird man finden, daß das Ende B des Draths AB von dem Ende C des eisernen Stabes abgestoßen wird, weil beyde einerley Polarität bekommen; wird aber der Magnet gegen den obern Theil des Draths

in der Stellung GH gehalten, so wird das Ende B von dem Ende C des eisernen Stabs angezogen, weil, im Fall G der Nordpol des Magnets ist, das Ende des Stabs C, welches G am nächsten steht, eine südliche Polarität erhält; dahingegen B, als der vom Nordpole G entferntere Theil des Draths, eine gleichnamige, d. i. eine nördliche Polarität bekömmt, mithin von C angezogen wird.

Sechster Versuch.

Die Wirkung des Magnets an einem gebognen Drathe zu zeigen.

Man lasse einen eisernen Drath etwa von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser und 4 — 5 Zoll Länge so biegen, wie ABC Taf. II. Fig. 7. zeigt, daß in der Mitte bey C ein hervorragender Theil bleibt. Diesen Drath binde man fest an einen Querbalken, oder lasse ihn durch einen Gehülfen mit dem hervorragenden Theile C niederwärts halten. Alsdann halte man den einen Pol des Magnets DE an das eine Ende desselben A, und bringe, indem der Magnet sich in dieser Lage befindet, ein Stück Eisen von geringer Größe H, an den Winkel C, so wird man finden, daß das Eisen hängen bleibet. Wenn man aber nun einen andern Magnet an das andere Ende des gebogenen Draths B so anbringt, daß der Pol G der entgegengesetzte des Pols E ist, so fällt das Eisen H sogleich ab. Ist hingegen der Pol G gleichnamig mit dem Pole E, d. i. sind beydes Nord- oder Südpole, so bleibt nicht allein das Eisen H an C hängen, sondern dieser Winkel wird auch fähig, ein noch größeres Gewicht, als H, zu tragen. Die Ursache hievon ist folgende. Im ersten Falle hatten die Enden des Draths A und B entgegengesetzte Polaritäten; mithin war der Winkel C ihr magnetischer Mittelpunkt, in welchem weder Anziehung noch Repulsion statt findet. Im letzten Falle aber, wo A und B einerley Polarität hatten, muste der Winkel C die entgegengesetzte

Polarität annehmen, wobey der gebogne Drath zween magnetische Mittelpuncte, nemlich auf jeder Seite einen, erhielt.

Siebenter Versuch.

Zu zeigen, unter welchen Umständen ein Magnet das stärkste Gewicht aufheben könne.

Man nehme einen magnetischen Stab, und suche durch Proben ein längliches Stück Eisen aus, welches etwa 4 Zoll lang ist, und etwas weniges mehr wiegt, als der Magnet ertragen kann. Wenn man dieses Eisen mit der Hand an den einen Pol des Magnets andrückt, so wird es, so bald man die Hand hinwegzieht, offenbar herabfallen; wenn man aber vor dem Wegziehen der Hand ein anderes größeres Stück Eisen gerade unter das unterste Ende des vorigen und etwa $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Zoll weit von demselben hält, so wird der Magnet nunmehr das Stück Eisen tragen, welches er, ehe man das zweyte darunter hielt, nicht tragen konnte. Kurz, ein Magnet kann mehr Gewicht von einem andern Eisen, z. B. von einem Amboße u. dergl. aufheben, als er von einem Tische aufheben kann.

Die Ursache hievon ist, daß im erstern Falle die eiserne Unterlage oder das untere Stück Eisen selbst einigermaßen magnetisch wird, mithin den Magnetismus des erstern Stücks und die Anziehung zwischen selbigem und dem Magnete verstärken hilft, welches nicht statt findet, wenn das Eisen vom Tische oder von einem andern Körper aufgehoben wird, welcher nicht im Stande ist, einigen Magnetismus anzunehmen.

Um diese Eigenschaft des Magnets noch verständlicher zu machen, wollen wir annehmen, es werde ein Stück Eisen an den Nordpol eines Magnets gehalten, so ist klar, daß derjenige Theil davon, welcher dem Magnete am nächsten steht, durch die Wirkung desselben eine

südliche Polarität erhält, dagegen der andere Theil oder das untere Ende eine nördliche Polarität bekömmt. Die Anziehung ist eine Folge dieses angenommenen Magnetismus, und wird desto stärker, je größer der letztere ist; was also den Magnetismus in dem Eisen verstärkt, das muß auch die Anziehung verstärken. Wenn sich nun noch ein anderes Stück Eisen unter dem vorigen befindet, so wird dasselbe, weil es in dem Wirkungskreise des Magnets ist, ebenfalls magnetisch, und der gegen den Nordpol des Magnets zu gekehrte Theil erhält eine südliche Polarität; er kehrt sich aber zugleich gegen den untern Theil des erstern Stückes, welcher ein Nordpol ist, und verstärkt daher die nördliche Polarität desselben, mithin auch die südliche des obern den Magnet berührenden Theiles.

Man erhält auch in der That eben dieselbe Wirkung, wenn man anstatt des zweyten Stücks Eisen, den Südpol eines andern Magnets in geringer Entfernung unter das untere Ende des am Magnete hängenden Eisens hält; es wird dadurch die Anziehung zwischen demselben und dem Nordpole des ersten Magnets verstärkt; hält man aber den Nordpol des zweyten Magnets darunter, so erfolgt die entgegengesetzte Wirkung, es wird die magnetische Kraft geschwächt und folglich die Anziehung vermindert.

Achter Versuch.

Die veränderliche Kraft des Magnets durch daran gehangnes Eisen darzuthun.

Man hänge einen Magnet an einem Orte auf, wo er ruhig hängt, und gebe ihm soviel Gewicht, als er gerade zu tragen vermag. *) An dieses Gewicht befestige

*) In dieser Absicht muß der Magnet, er sey ein natürlicher oder ein künstlicher, bewaffnet oder in Form eines Hufeisens gestaltet seyn, damit seine Pole in einerley Horizontal-

man einen Haken oder eine Wagschale. Den folgenden Tag wird man schon etwas mehr Gewicht in die Wagschale legen können, und der Magnet wird es tragen. Einen oder zween Tage darauf kann man noch etwas mehr Gewicht hinzuthun, u. s. f., daß sich also die Kraft des Magnets täglich verstärkt: und obgleich dieses Zunehmen der Kraft weder ganz uneingeschränkt noch auch sehr regelmäßig ist, indem die Abwechselungen der Wärme und Kälte u. dergl. darauf Einfluß haben; so kann man doch, im Ganzen genommen, die Kraft eines Magnets durch dieses Mittel ansehnlich verstärken.

Es ist sehr merkwürdig, daß man während dieser Operation, wenn das Eisen vom Magnete abfällt, und wieder daran gebracht wird, den Magnet augenblicklich schwächer findet, als er gleich vorher war, so daß man nunmehr das Gewicht vermindern muß, ob man es gleich während der folgenden Tage wieder nach und nach verstärken kann. Man muß daher beym Einlegen der Gewichte in die Wagschale oder beym Anhängen derselben an den Haken Sorge tragen, daß man dem Eisen keinen Stoß gebe, durch welchen es herabfällt, weil sonst ein großer Theil der Arbeit verlohren geht.

Der Grund dieses Versuchs beruhet darauf, daß das Eisen, wenn es magnetisch wird, die Kraft des Magnets selbst zu verstärken strebt, eben so, wie jeder andere Magnet sich bestrebt, einen eisenartigen Körper, der in seinen Wirkungskreis gebracht wird, magnetisch zu machen. Fällt das Eisen ab, so verliert der Magnet einen Theil dieser erhaltenen Kraft, besonders wenn er mehr davon, als seinen Sättigungspunct ausmacht, angenommen hat, weil alsdann die Ursache wegfällt, die seine Kraft verstärkte; und wenn man das Eisen wieder daran bringt, so nimmt er die verlohrne Kraft nicht so gar leicht wieder

ehne kommen. Unter diesen Umständen wird die Wirkung mehr in die Augen fallen.

an, weil doch eine beträchtliche Zeit dazu gehört, wenn einem harten eisenartigen Körper, dergleichen der Magnet ist, ein gewisser Grad von magnetischer Kraft mitgetheilt werden soll, besonders wenn diese Mittheilung durch die Wirkung eines weit schwächern Magnets, dergleichen das eiserne Gewicht ist, geschehen muß.

Nach des Herrn Aepinus Hypothese einer magnetischen Materie läst sich dieser Versuch so erklären: Die magnetische Materie in einem Magnete ist nicht gleichförmig durch seine Substanz vertheilet; sondern der eine Pol, oder die eine Hälfte, ist überladen, die andere enthält zu wenig. Zwischen dem zu wenig enthaltenden Theile und der überflüssigen Menge der magnetischen Materie in dem überladenen Theile findet eine starke Anziehung statt und die Wiederherstellung des Gleichgewichts wird durch die Härte oder irgend eine andere Eigenschaft des Magnets großentheils verhindert. Wird nun Eisen an den Magnet gehangen, so wird auch dieses magnetisch, d. h. derjenige Theil desselben, welcher den überladnen Pol des Magnets berührt, enthält zu wenig, und der entgegengesetzte Theil wird überladen. Unter diesen Umständen strebt der zu wenig enthaltende Theil des Eisens, die magnetische Materie aus dem Magnete selbst gegen sich zu ziehen, häuft also dieselbe bey dem überladnen Pole des Magnets an, oder zieht sie näher gegen denselben. Auf der andern Seite strebt der überladne Theil des Eisens, welcher den zu wenig enthaltenden Pol des Magnets berührt, die magnetische Materie von diesem Pole hinwegzutreiben. Da nun der Hypothese zufolge die Kraft des Magnets von der ungleichen Vertheilung der magnetischen Materie herkömmt; so muß die Wirkung des Eisens, indem sie diese ungleiche Vertheilung beständig zu vergrößern strebt, auch die Kraft des Magnets verstärken.

Es folgt übrigens hieraus, daß ein Magnet viel von seiner Kraft verlieren kann, wenn man ihn ohne daran gehangnes Eisen läst.

Neunter Versuch.

Wirkungen des Magnets auf verschiedene Arten von eisenartigen Substanzen.

Man lasse sich aus verschiedenen Sorten von Eisen und Stahl, Stäbe von gleicher Größe, nemlich etwa 5 Zoll lang und ½ Zoll dick, verfertigen; und untersuche alsdann dieselben, einen nach dem andern, auf folgende Art. Man stelle eine Magnetnadel so, daß der eine Pol derselben etwa einen Zoll weit von dem einen Ende des eisernen oder stählernen Stabs absteht; es müssen aber Nadel und Stab nicht in einerley Richtung stehen. Hierauf bringe man den einen Pol eines Magnets gegen das andere Ende des Stabs; dadurch wird die Nadel aus ihrer vorigen Stellung verrückt werden. Wiederholt man nun dieses Verfahren mit allen Stäben, so wird man finden, daß die Nadel am stärksten verschoben wird, wenn der Stab von weichem, am wenigsten aber, wenn er von hartem Stahl oder von brüchigem Roheisen ist; die übrigen eisenartigen Substanzen wirken auf die Nadel in einem Grade, der zwischen vorgedachte beyde äußerste Grenzen fällt.

Dieser Versuch zeigt deutlich, daß der Magnet auf weiches Eisen stärker wirkt, als auf eben dieses Metall in irgend einem andern Zustande; weil das weiche Eisen den stärksten Grad von magnetischer Kraft erhält, und also die Nadel am meisten störet. Hieraus sieht man auch, warum ein Magnet weiches Eisen mit mehr Kraft anzieht, als andere eisenartige Substanzen, weil nemlich dasselbe stärker magnetisch wird, wenn ein Magnet darauf wirket.

Man wird auch bey diesem Versuche finden, daß diejenigen Stäbe, welche am wenigsten magnetisch werden, und folglich am schwächsten auf die Nadel wirken, nach wieder weggenommenem Magnet einigen

Magnetismus behalten, da hingegen das weiche Eisen denselben augenblicklich wieder verliert; welches deutlich zeigt, daß die Schwierigkeit, Magnetismus anzunehmen, und die Eigenschaft, den einmal angenommenen zu behalten, beyde von einerley Ursache herrühren, nemlich von dem Widerstande, welchen eisenartige Substanzen dem freyen Durchgange der magnetischen Materie oder derjenigen Kraft, welche die magnetischen Erscheinungen hervorbringt, entgegen setzen.

Viertes Capitel.

Von der Wirkung der Magnete auf einander selbst.

Erster Versuch.

Wirkung eines Magnets auf einen magnetischen Stahldrath.

Man nehme einen weichen Stahldrath, wie AB, Taf. II. Fig. 8., etwa 5 Zoll lang und $\frac{1}{4}$ Zoll dick, und gebe ihm etwas magnetische Kraft, indem man ihn 1 bis 2 Minuten lang zwischen zween Magnetstäbe stellet. Hierauf suche man seinen magnetischen Mittelpunct C, nach dem im zweyten Capitel beschriebenen Versuche, lege den Drath auf den Tisch und setze einen magnetischen Stab DE daneben, so daß beyde Nordpole einander entgegengekehrt sind. Wenn man in dieser Stellung den Drath AB mit Hülfe einer Magnetnadel untersucht, so wird man finden, daß die Wirkung des Magnets DC den magnetischen Mittelpunct C weiter von dem Ende B entfernt hat; und je näher der Magnet an B kömmt, desto näher rückt der magnetische Mittelpunct C an das Ende A. Zuletzt wird das Ende B des stählernen Draths ein Südpol, der Nordpol rückt weiter gegen C, und es entsteht ein neuer magnetischer Mittelpunct zwischen diesen beyden

Polen. Bey diesem Versuche entsteht sehr viel Verschiedenheit aus der verschiedenen Stärke des Magnets, der Länge und Weiche des Eisens, und der Entfernung beyder von einander.

1. Wenn der stählerne Drath sehr lang ist, so erhält er mehrere abwechselnde Pole, und der ursprüngliche magnetische Mittelpunct C kömmt dem Ende A verhältnißmäßig nicht so nahe, als wenn der Drath kürzer ist.

2. Ist der Drath AB sehr kurz, so werden seine Pole durch die Annäherung des Magnets umgekehrt, so daß B, der vorige Nordpol, nunmehr Südpol, und A der Nordpol wird.

3. Ist die Kraft des Magnets DE so schwach, daß sie der Kraft des Draths AB ziemlich gleich kömmt, so thun beyde gleiche Wirkung auf einander; die Folge hievon ist, daß in beyden die Nordpole ein wenig von den Enden B und D abrücken, wofern nur die Substanzen beyder Magnete auch gleich weich sind.

4. Ist der Magnet DE stark, und wird er dem stählernen Drathe AB allmählig näher gebracht, so wird in dem letztern die Polarität des Endes B anfänglich vermindert, dann vernichtet, und zuletzt in die entgegengesetzte verwandelt.

Wenn man die angeführten Umstände aufmerksam erwäget, so erhellet, daß beyde Magnete, ehe die Polarität in B verändert wird, einander zurückstoßen, daß sie, wenn die Polarität von B verschwindet, einander weder anziehen noch zurückstoßen, und endlich, daß sie einander anziehen müssen, sobald das Ende B die südliche Polarität erhalten hat.

Im dritten Falle können die beyden Magnete wenig oder gar nicht auf einander wirken, so daß weder Anziehung noch Repulsion zwischen ihnen statt findet.

Zweyter Versuch.

Wirkung beyder Pole an zween Magneten auf einander.

Was wir beym vorigen Versuche in Absicht auf einen magnetischen Pol gesagt haben, das wird sich nun leicht anwenden lassen, um die Wirkung beyder Pole eines Magnets auf die beyden Pole eines andern zu erklären.

Es seyen CED, AFB, Taf. II. Fig. 9. zween halbkreisförmige Magnete, deren gleichnamige Pole einander genähert werden; es mögen A und C die Nordpole, B und D die Südpole seyn. Die Folgen dieser Annäherung werden verschieden seyn, und sich nach der Stärke der Magnete und ihrer Entfernung von einander richten. Sind sie z. B. von ungleicher Stärke, und man bringt sie allmählig gegen einander, so müssen die Pole des schwächern nach und nach immer schwächer werden, in welchem Falle ein Zurückstoßen zwischen beyden Magneten statt findet; hierauf müssen sie ihre Kraft ganz verlieren, wobey weder Anziehen noch Zurückstoßen erfolgt, und endlich muß sich ihre Polarität völlig umkehren, worauf denn beyde Magnete einander anziehen.

Sind die Magnete von gleicher Kraft, und von sehr harter Beschaffenheit, so werden sie einander allezeit zurückstoßen, weil in keinem von beyden die Pole entkräftet oder umgekehrt werden; sind sie aber von gleicher Kraft, und dabey weich, so hebt bey genugsamer Nähe einer des andern Polarität auf, und dann kann weder Anziehung noch Repulsion statt finden.

Bey diesem Versuche werden die magnetischen Mittelpuncte E und F nicht von ihren Stellen verschoben, weil die Wirkung der beyden Pole auf beyden Seiten gleich ist. Das einzige, was geschehen kann, ist, daß mehrere magnetische Mittelpuncte, folglich auch mehrere Pole, entstehen, deren Anzahl von der Länge, Härte und Kraft der Magnete abhängt.

Dritter Versuch.

Wirkung der entgegengesetzten Pole zweener Magnete auf einander.

Bey beyden vorhergehenden Versuchen wurden die gleichnamigen Pole der Magnete gegen einander gebracht; wenn aber dieselben so wiederholt werden, daß man die Südpole gegen die Nordpole bringt, so werden die Erscheinungen folgende seyn.

Die magnetischen Pole jedes Magnets werden stärker, je näher beyde aneinander kommen; die Anziehung nimmt in eben dem Verhältnisse zu, und kann sich nie in Repulsion verwandeln. Da aber der Grad der Anziehung, wenn alles übrige gleich bleibt, von der Stärke der entgegengesetzten Pole abhängt, und da das Zunehmen der Polarität eines Magnets durch die Wirkung eines andern vornehmlich auf die Weiche des einen Magnets ankömmt, so folgt, daß unter gewissen Umständen ein schwächerer Magnet mit mehr Kraft, als ein stärkerer, angezogen werden kann.

Um dieses anscheinende Paradoxon deutlicher zu machen, verschaffe man sich zwey kleine Magnetstäbe, genau von gleicher Größe, deren einer aber von dem härtesten, der andere von dem weichsten Stahle gemacht ist. Der letztere muß auch sehr wenig magnetische Kraft, der erstere hingegen deren mehr haben. Wenn man nun diese Magnete, einen nach dem andern, an einen dritten Magnet bringt, welcher weit mehr Kraft, als die beyden vorigen, hat, so wird man finden, daß der schwache Magnet, d. i. der von weichem Stahl weit stärker, als der andere, angezogen wird. Die Ursache hievon ist diese, daß die Pole des Magnets von weichem Stahl durch die Annäherung des dritten Magnets beträchtlich verstärkt werden, weil er weich ist, obgleich aus eben dieser Ursache die Kraft bald wieder vermindert wird, wenn man ihn

aus dem Wirkungskreise des dritten Magnets entfernt; da hingegen die Pole des Magnets von hartem Stahl durch die Wirkung des dritten Magnets nur ein wenig, aber seiner Härte wegen nicht so sehr, verstärkt werden, als die Pole des Magnets von weichem Stahl.

Es erhellet also aus diesem und den beyden vorhergehenden Versuchen, daß zween gegen einander gebrachte Magnete sich zurückstoßen, anziehen, oder auch gar nicht auf einander wirken können, je nachdem die im vorigen angeführten Umstände eintreten; daß sich die Repulsion in einer gewissen Entfernung, wenn man die Magnete näher zusammenbringt, in Anziehung verwandeln kann; daß die Anziehung, welche in einer gewissen Distanz statt findet, bey weiterer Entfernung beyder Magnete von einander, in Repulsion übergehen kann *); und daß ein schwächerer Magnet in gewissen Fällen mit mehr Kraft, als ein stärkerer, angezogen wird; wobey allemal das sichere und unveränderliche Gesetz statt findet, daß die gleichnamigen Pole sich zurückstoßen und die ungleichnamigen sich anziehen, daher man, wenn zwischen solchen Theilen eisenartiger Körper, welche vorhero einerley Polarität hatten, eine Anziehung entsteht, sicher schließen darf, daß die Polarität des einen verändert worden sey.

*) Wenn z. B. zween Magnetstäbe von ziemlicher Länge, die nicht sehr hart und von ungleicher Kraft sind, so in einerley Richtung gestellt werden, daß der Nordpol des einen gegen den Nordpol des andern kömmt, so wird der Nordpol des schwächern Magnets in einen Südpol verwandelt, daher eine Anziehung statt findet: entfernt man aber beyde weiter von einander, so wird das ursprünglich südliche Ende des schwächern Stabs die nördliche Polarität des entgegengesetzten Endes wiederherstellen, und es wird daher eine Repulsion erfolgen.

Vierter Versuch.

Die Anziehung zwischen Magnet und Eisen durch einen andern Magnet von gleicher Kraft zu verstärken oder zu schwächen.

Man stelle einen Magnetstab, Taf. II. Fig. 10. so, daß der eine Pol ein wenig über den Rand des Tisches hervorragt, und bringe ein eisernes Gewicht C daran. Hierauf nehme man einen andern dem vorigen ganz gleichen Magnetstab DE, und halte ihn parallel gerade über den vorigen, so daß die entgegengesetzten Pole über einander zu stehen kommen; so wird dadurch die Anziehung von B geschwächt werden, und das Eisen C, wenn es sehr schwer ist, abfallen, weil der Magnet jetzt nur noch ein kleineres Stück zu halten vermögend ist. Kurz die Anziehung wird vermindert, und wenn beyde Magnete völlig in Berührung kommen, verschwindet sie gänzlich, wofern beyde genau eine gleiche Kraft haben. Wiederholt man aber den Versuch so, daß die gleichnamigen Pole beyder Magnete über einander stehen, so wird die Anziehung nicht vermindert, sondern verstärkt werden.

Da die Anziehung zwischen Magnet und Eisen daher kömmt, daß das Eisen eine entgegengesetzte Polarität erhält, so folgt, daß alles, was diese entgegengesetzte Polarität verstärkt, auch die Anziehung verstärken muß, so wie im Gegentheil alles, was die entgegengesetzte Polarität des Eisens vermindert oder vernichtet, auch die Anziehung schwächen oder aufheben muß. Wenn daher die Enden der Magnete E und B beydes Nordpole oder beydes Südpole sind, so wird der Theil des Eisens, welcher dem B am nächsten steht, die entgegengesetzte Polarität desto stärker erhalten, je näher die Magnete an einander kommen; sind aber B und E ungleichnamige Pole, so werden sie die Polarität des Eisens hindern. Denn wenn ihm der eine davon die nördliche Polarität mitzutheilen strebt,

so sucht der andere eben demselben Theile des Eisens die südliche zu geben.

Fünfter Versuch.

Die Wirkung zwischen Magnet und Eisen durch einen andern stärkern oder schwächern Magnet zu verstärken oder zu vermindern.

Wenn der vorhergehende Versuch mit Magneten von ungleicher Stärke wiederholt wird, daß z. B. der Magnet DE weit stärker ist, so wird man bey Annäherung der Magnete an einander finden, daß der stärkste Grad der Anziehung, wenn die entgegengesetzten Pole gegen einander gekehrt sind, und die gänzliche Vernichtung der Anziehung, wenn sich die gleichnamigen Pole gegen einander kehren, noch vorher statt findet, ehe beyde Magnete in Berührung kommen. Die Ursache hievon wird der nachdenkende Leser leicht aus dem vorhergesagten finden können.

Sechster Versuch.

Die Entstehung der Pole und magnetischen Mittelpuncte in den Stücken eines zerbrochnen Magnets.

Man nehme einen Magnetstab AB, Taf. II. Fig. 11. von sehr hartem Stahl, der nur zween Pole A und B hat. Ein Stab von 6 bis 8 Zoll Länge und etwa $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser wird sich zu diesem Versuche am besten schicken. Der magnetische Mittelpunct dieses Stabs wird in der Mitte bey dem Puncte C, oder doch nicht weit von demselben seyn. Wenn man nun durch einen starken Schlag mit dem Hammer das Stück FB abbricht, welches etwa ein Drittel des ganzen Magnets ausmacht, so könnte man wohl vermuthen, es werde dieses Stück, welches vor dem Bruche durchaus einerley Polarität, z. B. die nördliche,

hatte, auch jetzt dieselbe noch behalten. Man wird aber bey der Untersuchung finden, daß der Theil des Stücks, welcher an den Bruch angrenzt, die entgegengesetzte, nemlich die südliche, Polarität bekommen hat, und daß ein neuer magnetischer Mittelpunct bey E entstanden ist.

Man hat bemerkt, daß der magnetische Mittelpunct eines solchen Stücks anfänglich allezeit näher am Bruche F steht, mit der Zeit aber mehr gegen die Mitte des Stücks fortrückt. Der ursprüngliche Mittelpunct C im Stücke AF rückt nach dem Bruche ebenfalls weiter gegen die Mitte desselben.

Diesen Versuch kann man folgendergestalt abändern. Man zerbreche einen stählernen Stab 6 Zoll lang, und $\frac{1}{4}$ Zoll dick, der sehr stark gehärtet ist, in zwey ungleiche Stücke, lege dieselben an einander, und presse sie so zusammen, daß sie halten, als ob der Stab noch ganz wäre. In diesem Zustande mache man den Stab durch Anhalten zweener sehr starken Magnete an seinen beyden Enden magnetisch; so wird man bey der Untersuchung an demselben zween Pole an seinen beyden Enden, und einen magnetischen Mittelpunct in der Mitte finden; nimmt man aber beyde Stücken von einander, so wird ein jedes zween Pole und seinen eignen magnetischen Mittelpunct haben.

Was wir hier von künstlichen Magneten gesagt haben, das hat man auch bey natürlichen und solchen, welche mehr als zween Pole haben, wahr befunden; kurz wenn ein Magnet in mehrere Stücken zerbrochen wird, so ist jedes Stück ein vollständiger Magnet von wenigstens zween Polen und einem Mittelpuncte; man hat auch nie ein Stück eines Magnets aufweisen können, welches nur eine Polarität allein gehabt hätte.

Siebenter Versuch.

Den Ort des magnetischen Mittelpuncts in einem Magnete zu ändern.

Eben diejenigen Mittel, welche den Uebergang der magnetischen Kraft aus einem Theile eines eisenartigen Körpers in den andern Theil erleichtern, besitzen auch das Vermögen, in Magneten, welche den magnetischen Mittelpunct nicht genau in ihrer Mitte haben, diesen Punct aus seiner Stelle zu verschieben und der Mitte näher zu bringen. Daher kann man dieses auf vielerley Art bewirken, z. B. durch wiederholtes Schlagen, durch Erhitzen, durch Feilen u. s. w. Da aber alle diese Mittel gemeiniglich auch den Magnetismus schwächen, so muß man sie nur in sofern gebrauchen, als es unumgänglich nöthig ist, den magnetischen Mittelpunct um ein merkliches von seiner ursprünglichen Stelle zu entfernen.

Fünftes Capitel.

Vom mitgetheilten Magnetismus, oder von den Methoden, künstliche Magnete zu machen.

Erster Versuch.

Einem Stück Eisen den Magnetismus aus der Erde mitzutheilen.

Man nehme einen Stab von weichem Eisen, etwa 2 — 3 Fuß lang, und zwischen ½ und 2 Zoll dick, und stelle denselben aufrecht. *) Dann setze man eine

*) Wenn dieser Versuch gehörig angestellt werden soll, so muß der eiserne Stab, in die magnetische Linie d. i. in die Richtung der Inclinations-Nadel gestellt werden. Da aber wenig Liebhaber mit Inclinations-Nadeln versehen sind, und

Magnetnadel auf eine Spitze, nehme die letztere in die Hand, und bringe die Nadel gegen die verschiedenen Stellen der Stange von oben bis unten, so wird man finden, daß in unsern Ländern die untere Hälfte der Stange eine nördliche Polarität hat, welche den Nordpol der Nadel zurückstößt und den Südpol derselben anzieht, dagegen die obere Hälfte eine südliche Polarität besitzt, welche den Südpol der Nadel zurückstößt und den Nordpol anzieht. An den beyden Enden der Stange ist die Anziehung am stärksten, sie nimmt ab, je weiter man von denselben hinwegkömmt, und verschwindet gänzlich um die Mitte der Stange, wo kein Pol der Nadel stärker als der andere angezogen wird. Kurz, in dieser Lage ist die eiserne Stange eben sowohl ein Magnet, als ein Stück Eisen, welches in dem Wirkungskreise eines Magnets stehet. *)

Kehrt man die Stange um, so wird dasjenige Ende, welches vorhin, da es oben stand, der Südpol war, jetzt der Nordpol, und das andere Ende nunmehr der Südpol.

In den südlichen Welttheilen wird das untere Ende der Stange der Südpol; oder, um bestimmter zu reden, wenn an irgend einem Orte der Erde die Stange in die magnetische Linie gestellt wird, so erhalten die Enden derselben diejenigen Polaritäten, welche mit den nächsten Polen der Erdkugel übereinkommen.

doch viele wünschen werden, diesen merkwürdigen Versuch anzustellen, so wird es genug seyn, wenn diejenigen, welche unter einer über 40° betragenden nördlichen oder südlichen Breite wohnen, den Stab aufrecht stellen; diejenigen aber, welche näher, als um 40° Breite, am Aequator wohnen, müssen ihn horizontal stellen.

*) Wenn die eiserne Stange nicht allzukurz ist, so wird sie, außer dieser Wirkung auf die Nadel, auch kleine Stückgen Eisen, Feilspäne u. dergl. anziehen, wenn sie ihren Enden genähert werden.

Zweyter Versuch.

Den aus der Erde mitgetheilten Magnetismus in einer eisernen Stange zu fixiren.

Das weiche Eisen nimmt zwar den stärksten Grad von magnetischer Kraft in der kürzesten Zeit an, es verliert aber denselben auch eben so geschwind wieder. Wird daher der vorige Versuch mit einem Stabe von weichem Eisen angestellt, so ist der aus der Erde mitgetheilte Magnetismus nicht bleibend und dauerhaft. Macht man aber die Stange glühend, und läst sie in der magnetischen Linie abkühlen; oder hämmert man sie stark, indem sie in der magnetischen Linie steht, so erhält sie dadurch einigen Grad von bleibendem Magnetismus, der sich aber doch auch bald wieder verliert, wenn man die Stange eine Zeitlang in einer unbequemen Stellung stehen läst, oder sie umkehret und aufs neue hämmert.

Ist das Eisen etwas härter, so hält der mitgetheilte Magnetismus weit länger aus; doch wird auch mehr Zeit oder eine länger anhaltende Operation erfordert, um das Eisen magnetisch zu machen.

Die anhaltende Wirkung eines schwachen Magnets auf einen eisenartigen Körper strebt immerfort, den Magnetismus dieses Körpers zu verstärken. Daher werden eiserne Stangen, wenn man sie eine beträchtliche Zeitlang in der Richtung der magnetischen Linie läst, von Zeit zu Zeit stärker magnetisch, und ihre Kraft wird dadurch immer dauerhafter.

Die Ursache, warum das Eisen durch langes Stehen, Hämmern u. s. w. einen bleibenden Magnetismus aus der Erde erhält, obgleich durch bloßes Stehen auf kurze Zeit gar keine bleibende Kraft mitgetheilt wird, scheint in der ungleichförmigen Structur des Eisens zu liegen. Man setze z. B. ein Stück Eisen bestehe aus harten und weichen Theilen, oder aus solchen, durch welche

sich die magnetische Kraft sehr leicht, und aus andern, durch welche sie sich sehr langsam bewegt, so werden die Theile der erstern Art den Magnetismus aus der Erde zuerst erhalten, aber auch sehr leicht verlieren; durch Ausharren in derselben Stellung aber, oder durch Erweichung u. dergl. werden die harten Theile nach und nach den Magnetismus von jenen annehmen, und, wenn sie ihn einmal bekommen haben, auf längere Zeit behalten. Außerdem ist es auch sehr wahrscheinlich, und unter gewissen Umständen wirklich erwiesen, daß gewisse Sorten Eisen härter werden, wenn sie der Atmosphäre eine Zeitlang ausgesetzt bleiben.

Dritter Versuch.

Durch eine eiserne Stange, welche durch die Erde magnetisch gemacht wird, einem eisenartigen Körper einen bleibenden Magnetismus mitzutheilen.

Die einfachste Methode, diese Wirkung hervorzubringen, wird in den philosophischen Transactionen von Arnold Marcel *) beschrieben. Es wird nicht überflüssig seyn, einen Theil dieser Beschreibung hier einzurücken, da sie die erste bekannt gewordene Methode dieser Art enthält.

„Im Jahre 1726, sagt er, machte ich einige weitere Beobachtungen über die magnetische Kraft, die ich „in großen Stücken Eisen fand, und gebrauchte dazu einen großen eisernen Block von 90 Pfund Gewicht, an „welchen ich einen kleinen Ambos von 12 Pfund Gewicht „befestigte. Auf die glatte Oberfläche dieses Amboßes „legte ich den Stahl, dem ich die Kraft mittheilen wollte, „in der Richtung von Norden gegen Süden, welche Rich„tung gerade auf eine Diagonale der viereckigten Ober„fläche des Amboses fiel. Hierauf nahm ich ein Stück

*) Philos. Trans. N. 423.

„Eisen, einen Zoll ins Gevierte und 33 Zoll lang, von etwa 8 Pfund Gewicht, welches an dem einen Ende die „hier (Taf. II. Fig. 12.) abgebildete Gestalt hatte, auch „bey A glatt polirt, am andern Ende aber zugespitzt war. „Ich hielt das Stück Stahl auf dem Ambos mit der einen Hand fest, die eben gedachte eiserne Stange aber „drückte ich mit der andern Hand perpendiculär mit dem „Ende A auf den Stahl nieder, und strich denselben damit gegen mich zu von Norden gegen Süden mehrere „male, wobey ich die Stange allezeit in genugsamer Entfernung von dem Stahle wieder zurück führte, um die „magnetische Kraft nicht wieder herauszuziehen. Nach „10 bis 12 solchen Strichen wendete ich den Stahl um, „daß die obere Seite unten lag, das ganze Stück aber „in der Richtung von Norden nach Süden blieb, und so „setzte ich das Streichen und Umwenden so lang fort, bis „der Stahl etwa 400mal war gestrichen worden. Hiedurch bekam er nach und nach immer mehr und endlich „so viel Kraft als wenn er mit einem starken Magnete wäre bestrichen worden. Wenn der Stahl frey aufgehangen ward, so kehrte sich die Stelle, wo ich zu streichen „angefangen hatte, allezeit gegen Norden, und die, wo „der Strich aufgehört hatte, gegen Süden. Bisweilen „bekam der Stahl schon nach wenigen Strichen die magnetische Kraft; ja einer kleinen Nadel kann man sogar „auf den ersten Strich einen guten Theil Kraft geben. „Auf diese Art habe ich Nadeln zu Seecompassen, die „aus einem Stücke Stahl gemacht waren, so stark magnetisiret, daß der eine Pol $\frac{3}{4}$ und der andere eine ganze „Unze Eisen zog: obgleich diese Nadeln mit Leinöl bestrichen waren, um sie vor dem Rosten zu bewahren, so behielten sie doch ihre Kraft; aber um sie noch mehr zu verstärken, strich ich sie wechselsweise zuerst auf der rechten „und dann auf der linken Seite.

„Auf eben diese Art machte ich eine Messerspitze so „stark magnetisch, daß sie $1\frac{1}{4}$ Unzen Eisen zog.

„Ich magnetisirte auch vier kleine Stücken Stahl, „jedes 1 Zoll lang und $\frac{1}{12}$ Zoll breit, welche so dünn als „eine Uhrfeder waren. Diese vier Stücken legte ich „zusammen, und machte gleichsam einen künstlichen Ma„gnet daraus, welcher 18 Gran Troygewicht wog, und einen „eisernen Nagel von 144 Gran Troygewicht aufhob und „hielt. Dieser künstliche Magnet ist nunmehr sechs „Jahre lang herumgeworfen worden, und hat zwischen „anderm Eisen und Stahl in allerley Richtungen gelegen; „er hat aber dennoch an Kraft eher gewonnen als ver„lohren.

„Wenn man die magnetische Kraft auf solche Art „in Eisen oder Stahl gebracht hat, so habe ich ferner be„merkt, daß das Ende, wo man die Striche angefangen „hat, sich nach Norden, und das, wo die Striche sich „geendiget haben, nach Süden kehret, in welcher Rich„tung auch der Stahl auf dem Ambos mag gelegt wor„den seyn. Ich strich ein Stück Stahl von einem Ende „an bis in die Mitte, und dann vom andern Ende bis in „die Mitte, und fand, daß es zween Nordpole, einen an „jedem Ende, und einen Südpol in der Mitte bekom„men hatte.

„Ein anderes Stück strich ich von der Mitte aus „gegen beyde Enden zu, und fand, daß es an jedem Ende „einen Südpol und in der Mitte einen Nordpol hatte.“

Eine sehr leichte Methode, ein kleines Stück weichen Stahl magnetisch zu machen, ist folgende: — Man nehme zwo eiserne Stangen, etwa 1 Zoll ins Gevierte, und über 3 Schuh lang, und stelle sie in die magnetische Linie, oder auch in unsern Ländern perdendiculär, wie man Taf. II. Fig. 13. sieht. Alsdann befestige man entweder das Stück Stahl CB an den Rand des Tisches, oder lasse es durch einen Gehülfen halten; bringe das untere Ende des Stabs AB und das obere des Stabs CD, beyde an eben dieselbe Seite und in die Mitte des Stahls, und

streiche den Stahl damit von der Mitte an gegen die Enden so, daß das Ende des Stabs CD von der Mitte des Stahls gegen das Ende C, und zugleich das Ende des Stabs AB von der Mitte des Stahls gegen das Eude B geführt wird. Wenn aber die Stäbe bis an die gedachten Enden gekommen sind, so ziehe man sie von dem Stahle ab, und bringe sie wieder in die Mitte u. s. f. Hat man nun den Stahl auf diese Art auf jeder Seite etwa 40 bis 50 mal gestrichen, so wird er dadurch eiuen ziemlichen Grad von Magnetismus erhalten haben.

Wenn man bey diesem Versuche die eisernen Stäbe, wenn sie bis an die Enden des Stahls gekommen sind, wieder an der Oberfläche des Stahls hin bis in die Mitte zurückzöge, so würde die Absicht nicht erreicht werden; denn die magnetische Kraft, welche durch Reiben des Stahls nach einer gewissen Richtung mitgetheilt wird, wird durch das Zurückstreichen wieder hinweg genommen.

Vierter Versuch.

Künstliche Magnete nach der Methode des Herrn Canton *) zu verfertigen.

Man lasse sechs Stäbe von weichem Stahl verfertigen, welche etwa 3 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ Zoll breit und $\frac{1}{20}$ Zoll dick sind. Auch lasse man noch sechs andere Stäbe von ganz hartem Stahl bereiten, die ungefähr 6 Zoll lang, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll dick sind. Zu jedem Satze von Stäben muß man auch zwey Stücken von weichem Eisen haben, welche **Unterlagen** oder **Leiter** heissen, und beyde zusammen einem Stabe des Satzes, zu dem sie gehören, gleich sind. An jedem dieser zwölf Stäbe wird das eine Ende, welches der Nordpol werden soll, mit einer Linie bezeichnet. Auch muß man einen schon lang gebrauchten eisernen Stab und eine Feuerzange bereit halten.

*) Philos. Transact. von den Jahren 1751 und 1752.

Man stelle den Stab fast aufrecht, oder vielmehr in die magnetische Linie, mit der Spitze unterwärts gekehrt, und lasse einen von den weichen stählernen Stäben mit einem Faden an seine Mitte binden, so daß er das bezeichnete Ende unterwärts kehret; dann streiche man mit dem untern Ende der Zange, welche ebenfalls aufrecht oder in der magnetischen Linie gehalten wird, den stählernen Stab etwa 10mal von dem bezeichneten Ende an aufwärts, auf beyden Seiten, wodurch er schon Kraft genug bekommen wird, einen kleinen Schlüssel zu halten. Auf diese Art magnetisire man vier von den kleinen Stäben.

Hierauf lege man die beyden übrigen kleinen Stäbe auf einen Tisch, parallel mit einander und etwa ¼ Zoll von einander entfernt, stelle ihre eisernen Leiter AB und CD, Taf. II. Fig. 14, daran, und kehre dabey das bezeichnete Ende des einen Stabs auf die eine, das am andern Stabe auf die andere Seite. Nunmehr stelle man die vier bereits magnetisch gemachten Stäbe so, wie Fig. 15. zeigt, nemlich zween davon mit den Nordpolen, und zween mit den Südpolen unterwärts. Jedes Paar davon muß sich an den Breiten berühren, und beyde Paare müssen mit den obern Theilen an einander stoßen; damit sie nur einen kleinen spitzigen Winkel zwischen sich offen lassen, wird etwas hartes J dazwischen gestellt. Dieser aus vier Stäben zusammengesetzte Magnet wird mit seiner Oefnung mitten auf den einen weichen Stab AC gestellt, so daß sich die Südpole H gegen das bezeichnete Ende des Stabs AC, und die Nordpole F gegen das andere Ende kehren. In dieser Stellung wird der zusammengesetzte Magnet auf dem Stabe von einem Ende zum andern geführt; wenn nemlich die Pole H nach C kommen, führt man den zusammengesetzten Magnet wieder zurück, bis die Pole F nach A kommen u. s. f. So bestreicht man den liegenden Stab viermal, und endigt in der Mitte, hebt alsdann den zusammengesetzten Magnet auf, und bringt ihn auf die Mitte des andern

liegenden Stabs BD, so daß die Südpole, wie vorhin, gegen das bezeichnete Ende zu stehen kommen, bestreicht diesen Stab auf gleiche Art; kehrt dann die Stäbe AC, BD um, daß die untern Seiten heraufkommen, und wiederholt das ganze Verfahren auch auf diesen Seiten. Hierauf nimmt man die zween Stäbe AC, BD hinweg, macht sie nunmehr zu den innern Stäben im zusammengesetzten Magnete; legt dagegen diejenigen, welche zuvor die äussern im zusammengesetzten Magnete waren, auf den Tisch zwischen die Unterlagen oder Leiter, und bestreicht sie auf die vorher beschriebene Art mit dem aus den vier übrigen Stäben zusammen gesetzten Magnete. Dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis jeder von den sechs Stäben vier bis fünfmal bestrichen worden ist, wodurch sie denn alle einen beträchtlichen Grad von magnetischer Kraft erhalten.

Wenn die kleinern Stäbe auf diese Art magnetisch gemacht worden sind, und man nun auch den größern den Magnetismus mittheilen will, so lege man zween davon zwischen ihren beyden Leitern auf den Tisch, auf eben die Art und mit eben der Vorsicht, wie bey den kleinen; und mache einen zusammengesetzten Magnet aus allen sechs kleinen Stäben, indem man deren drey mit den Nordpolen, und drey mit den Südpalen unterwärts kehret. Diese beyden Sätze stelle man, wie es zuvor mit den vieren geschahe, unter einem spitzigen Winkel zusammen, so daß das nördliche Ende des einen Satzes mit dem südlichen des andern in Berührnng kömmt. Mit diesem zusammengesetzten Magnete bestreiche man vier von den großen Stäben einen nach dem andern, ohngefähr zwanzigmal auf jeder Seite, wodurch sie einige magnetische Kraft erhalten werden.

Wenn man auf diese Art vier große Stäbe magnetisirt hat, so lege man die kleinen auf die Seite, und verstärke die großen nun durch sich selbst, auf eben die Art, wie es zuvor bey den kleinen geschahe.

Bey manchen Arten von Stahl werden wenige Striche schon hinreichen, ihnen alle die Kraft mitzutheilen, die sie zu behalten fähig sind; andere Sorten erfordern eine längere Operation; und bisweilen ist es unmöglich, ihnen mehr als einen nur gerade merklichen Grad von Magnetismus zu geben.

Um das Verfahren zu erleichtern, muß man die Stäbe in Rinnen oder zwischen messingene Stifte legen; sonst bringt sie die Anziehung und das Reiben beständig aus der gehörigen Lage, wenn sie bloß zwischen den Leitern ohne weitere Befestigung auf dem Tische liegen.

Die Gründe und Ursachen des hier beschriebenen Verfahrens bey der Bereitung künstlicher Magnete wird sich der Leser leicht aus dem vorher vorgetragenen erklären können.

Fünfter Versuch.

Die magnetische Kraft vermittelst zweener Magnetstäbe mitzutheilen.

Man wird zwar leicht übersehen, daß bey der Mittheilung des Magnetismus durch zween Magnetstäbe das Verfahren fast eben so, wie beym vorhergehenden Versuche, ausfallen müsse; da es aber sehr bequem ist, nur zween Stäbe zu gebrauchen, und da die Bemerkungen, die sich hierüber machen lassen, auch auf andere Methoden, den Magnetismus mitzutheilen, anwendbar sind, so habe ich es für besser gehalten, davon insbesondere zu reden.

Um also einem stählernen Stabe, der Nadel eines Compasses u. dgl. die magnetische Kraft mitzutheilen, lege man den Stab oder die Nadel AB, Taf. II. Fig. 16. auf einen Tisch, stelle die beyden Magnetstäbe CD, EF, aufrecht auf AB, in einer geringen, aber gleich großen Ent-

fernung von der Mitte dieses Stabs, und so, daß der Südpol D des einen Stabs am nächsten an dasjenige Ende A komme, welches ein Nordpol werden soll. Man verschiebe hierauf beyde Stäbe nach und nach gegen das eine Ende, wobey sie aber immer in einerley Entfernung von einander bleiben müssen. Sobald einer davon, z. B. CD, nach A kömmt, führe man beyde wieder zurück, bis EF nach B kömmt; und so bestreiche man den Stab AB mehr oder weniger mal, bis man durch Versuche findet, daß er eine beträchtliche Kraft erhalten habe. Sind die Magnetstäbe stark, der Stab AB aber von sehr gutem Stahl und nicht sehr groß, so sind zwölf Striche vollkommen hinreichend. Wenn man die Magnetstäbe von AB wegnehmen will, so muß man sie vorher an eben die Stelle bringen, wo sie zuerst aufgesetzt wurden, nemlich in geringe und gleichgroße Entfernungen von der Mitte des Stabs AB, und dann kann man sie hinwegnehmen.

Man kann bey diesem Verfahren die Wirkung der Stäbe auf verschiedene Art verstärken, welches sogar nothwendig wird, wenn AB im Verhältnisse sehr groß ist, und die gröste mögliche Kraft erhalten soll. Das erste Mittel dazu ist dieses, daß man die Magnetstäbe an den obern Enden mit einander verbindet, und damit sie nicht zusammen) fallen, etwas Holz oder einen andern Körper, nur kein Eisen, dazwischen stellet, wie bey Fig. 17., denn so werden die obern einander berührenden Pole beyder Stäbe sich wechselseitig verstärken, mithin werden auch die untern Pole verstärkt werden. Zweytens kann man auch den Stab, welcher magnetisch gemacht werden soll, zwischen zween Stäbe von weichem Eisen oder zwischen zween Magnete leget, wie bey Fig. 17, oder auch, wie beym vorhergehenden Versuche. Drittens kann man auch nach der Methode des Herrn **Aepinus** die Magnetstäbe auf die entgegengesetzte Art, wie bey Fig. 18. incliniren, so daß CD und EF mit AB einen Winkel von etwa 15° machen.

Eben so kann man auch den Stab AB durch einen armirten Magnet, wie bey Fig 19, oder durch einen, der die Gestalt eines Hufeisens hat, wie bey Fig. 20, magnetisch machen, wenn man beyde Pole des Magnets mit dem Stabe in Berührung bringt.

Bey allen diesen Methoden muß der zu magnetisirende Stab auf beyden Seiten gestrichen werden; und, um den magnetischen Mittelpunkt gerade in die Mitte zu bringen, muß man der einen Hälfte gerade eben so viel Striche geben, als der andern.

Wenn ein stählerner Stab, oder überhaupt ein Stück einer eisenartigen Substanz durch zween Stäbe magnetisch gemacht wird, oder wenn zween magnetische Pole zugleich, wie bey diesem und dem vorhergehenden Versuche, daran gebracht werden, so nennt man das Verfahren insgemein den **doppelten Strich** (*double touch*) zum Unterschied vom **einfachen Striche** (*single touch*), wobey nur ein magnetischer Pol gebraucht wird.

Sechster Versuch.

Krummen stählernen Stäben die magnetische Kraft mitzutheilen.

Sehr oft giebt man den Magnetstäben die Gestalt eines Halbkreises oder eines Hufeisens, um beyde Pole in einerley Ebne zu bringen. Diese Stäbe werden eben so, wie die geraden, magnetisirt, nur dieses ausgenommen, daß man bey Führung der dazu gebrauchten Magnetstäbe der Krümmung des stählernen Stabs folgen muß. Soll man z. B. den Stahl ABC Taf. II. Fig. 20. magnetisch machen, so lege man ihn flach auf den Tisch, bringe die Magnete DF und EG an seine Enden, und verbinde deren Enden F und G mit dem Leiter von weichem Eisen FG. Dann bringe man die Magnetstäbe H und J an die Mitte des Stücks ABC, und bestreiche das-

selbe damit so, daß man von einem Ende zum andern immer der Richtung des gebogenen Stahls oder der Tangente seiner Krümmung folgt, damit z. B. auf der einen Seite die Magnetstäbe in die punktirte Richtung LK kommen. Hat man dem Stahle auf diese Art eine hinreichende Anzahl Striche auf der einen Seite gegeben, so wende man ihn um, und wiederhole die Operation auf der andern Seite so lange, bis er genug magnetische Kraft erhalten hat.

Auch bey diesem Verfahren muß man die Regeln beobachten, welche schon bey der Methode, gerade Stäbe zu magnetisiren, angegeben worden sind, d. i. die Magnete DF und EG sowohl, als H und J müssen so gestellt werden, daß ihre Südpole gegen dasjenige Ende des Stahls, welches der Nordpol werden soll, und ihre Nordpole gegen das andere Ende kommen. Die Magnete J, H müssen anfänglich auf die Mitte des Hufeisens gesetzt, und nicht anders weggenommen werden, als wenn sie über den einen Schenkel desselben eben so vielmal als über den andern, hinweggezogen worden sind, damit der magnetische Mittelpunkt gerade in die Mitte des Hufeisens falle.

Siebenter Versuch.

Durch Anbringung eines einzigen magnetischen Pols den Magnetismus mitzutheilen.

Wenn jemand nur einen einzigen Magnetstab oder eine Terrelle hat, womit er einer Nadel oder einem andern Stabe die magnetische Kraft geben will, so ist weiter kein Mittel dazu übrig, als daß er einen Pol der Terrelle oder des Magnetstabs AB, Taf. II. Fig. 22., an das eine Ende C der Nadel bringe und längst ihrer Oberfläche fortziehe, bis er das andere Ende D erreicht. Hierauf muß er den Magnet entfernen, von neuem bey C ansetzen und ihn wieder, wie vorher, über die Nadel führen. Ist die

Nadel auf diese Art einigemal bestrichen worden, so wird sie einen ziemlichen Grad von magnetischer Kraft erhalten.

Man muß hiebey bemerken, daß das Ende der Nadel, welches der Pol des Magnets zuletzt berührt hat, die entgegengesetzte Polarität erhält. So wird in gegenwärtigem Beyspiele, wenn B der Nordpol des Magnets ist, das Ende der Nadel D die südliche Polarität, das andere Ende C aber die nördliche erhalten.

Es ist offenbar, daß nach dem ersten Striche, wenn der Magnet wieder bey C angesetzt wird, dieses Ende, welches die nördliche Polarität erhalten hatte, dieselbe durch die Berührung mit dem Nordpole des Magnets B wieder verlieren muß. Es scheint also zwar, als ob jeder Strich dasjenige wieder aufhebe, was der vorhergehende bewirkt hat; indessen lehrt doch die Erfahrung, daß durch wiederholtes Streichen die Kraft verstärkt wird, obgleich diese Methode bey weitem nicht so vortheilhaft ist, als wenn man mehrere magnetische Pole gebraucht. Man muß sich daher ihrer nicht anders, als im Nothfalle, und wenn man nur einen einzigen Magnetstab, oder eine Terrelle hat, bedienen.

Achter Versuch.

Nachtheile aus unrechtem Gebrauche der Magnete von verschiedener Stärke und des nicht gehörig gehärteten Stahls.

Man theile einem stählernen Stabe vermittelst eines gegebnen Magnets die magnetische Kraft mit, und untersuche die Stärke derselben: hierauf nehme man einen schwächern Magnet, und bestreiche damit den stählernen Stab wiederum in eben derselben Richtung, wie vorher, auch mit eben demselben Pole, kurz, man wiederhole völ-

lig das vorige Verfahren. Man sollte nun vermuthen, die magnetische Kraft des stählernen Stabes noch mehr verstärkt zu sehen; man wird sie aber im Gegentheil vermindert und nicht stärker finden, als sie seyn würde, wenn der Stab bloß mit dem zweyten schwächern Magnet allein wäre bestrichen worden.

Zu diesem Versuche ist es erforderlich, daß der zweyte Magnet nicht nur schwächer, als der erste, sondern auch noch zu schwach seyn muß, um den Stahl bis zum Sättigungspunkte, d. i. so stark, als es der letztere werden kann, magnetisch zu machen; sonst würde der Unterschied zwischen den Wirkungen beyder Magnete unmerklich seyn.

Man sieht also, daß es bey der Mittheilung des Magnetismus vortheilhaft ist, die schwachen Magnete zuerst und die stärkern hernach zu gebrauchen, dahingegen das umgekehrte Verfahren nachtheilig ist.

In Absicht auf die Härte des Stahls, welcher zu künstlichen Magneten gebraucht wird, ist zu bemerken, daß weicher Stahl oder Eisen nicht nur die magnetische Kraft sehr leicht verliert, sondern auch geneigt ist, mehr als zween Pole zu bekommen. Dieses läßt sich auf folgende Weise bestätigen. Man nehme zween Dräthe, etwa 14 Zoll lang und ¼ Zoll im Durchmesser, den einen von ganz hartem, den andern von weichem Stahl, oder von Eisen, das jedoch nicht ganz von der weichsten Sorte seyn muß, und mache sie beyde, einen nach dem andern, mit Magnetstäben durch ein völlig gleiches Verfahren magnetisch, so wird man in den meisten Fällen finden, daß der von hartem Stahl nur zween magnetische Pole, einen an jedem Ende, der andere aber mehr als zween Pole erhalten hat.

Neunter Versuch.

Natürliche Magnete zu verbessern.

Eben die Mittel, durch welche man stählerne Stäbe magnetisch machen oder ihre Kraft verstärken kann, lassen

sich auch anwenden, um die Kraft eines schwachen natürlichen Magnets zu verstärken, oder gewisse Eisenerze magnetisch zu machen. Da aber die natürlichen Magnete gewöhnlich sehr kurz sind, so kann man selten etwas mehr thun, als sie zwischen zween starke Magnetstäbe stellen. Haben sie aber Länge genug, so muß man sie auch noch überdies mit andern Magnetstäben bestreichen, eben so und nach eben den Regeln, welche wir bey den Methoden der Verfertigung künstlicher Magnete vorgetragen haben.

Bey diesem Verfahren ist es allemal dienlich, von den natürlichen Magneten die Armatur, mit der sie gemeiniglich versehen sind, abzunehmen.

Sechstes Capitel.

Gebrauch der magnetischen Instrumente.

Die magnetischen Werkzeuge lassen sich füglich auf drey, nemlich die Magnetstäbe, den Compaß und die Inclinationsnadel bringen. Von den Magnetstäben insbesondere ist nichts weiter zu sagen nöthig, da wir ihren Gebrauch zur Mittheilung des Magnetismus an andere Körper und zur Entdeckung der Gegenwart des Eisens in verschiedenen Substanzen bereits hinlänglich untersucht haben.

Auch wird man schwerlich eine weitere Erklärung über den Gebrauch des einfachen Compasses erwarten; denn da die Absicht dieses Instruments dahin geht, daß es sich allezeit in die nemliche Stellung setzet, so dient es die Richtungen nach verschiedenen Orten anzugeben, besonders wo man keinen andern festen Gegenstand hat, der den Beobachter leiten kann. Nur dieses einzige würde noch zu bemerken seyn, daß auf dem Meere, wenn das Schiff sehr stark bewegt wird, und folglich die Windrose im Compasse nicht stehen bleibt, der beste Weg, die wahre Richtung des Schiffs zu bestimmen, dieser ist, daß man

zwischen den äussersten Grenzen der Vibrationen der Nadel ein Mittel nimmt. Gesetzt z. B. die Rose vibrire so, daß ihr Nord- und ihr Ostpunkt die äußersten Grenzen der Schwingungen ausmachen, und wechselsweise mit der am Gehäuse bezeichneten Linie coincidiren, so wird die wahre Richtung des Schiffs N. O. seyn, oder doch nicht weit davon abweichen.

Da aber die Magnetnadel selten den wahren Nord- und Südpunkt zeigt, so kann man die Weltgegenden nicht genau durch den Compaß finden, wenn nicht die Abweichung der Nadel bestimmt ist. Diese kann man nun auf dem festen Lande vermittelst eines nach dem Meridiane des Orts gestellten Compasses leicht finden; um sie aber auf der See zu bestimmen, ist eine Beobachtung eines Gestirns und einige Rechnung nöthig. Ich will hier die zu diesem Verfahren gehörigen Regeln hinzufügen, aber mich bloß mit der Anführung derselben begnügen, da es für dieses Werk allzuweitläuftig seyn würde, die astronomischen und mathematischen Gründe derselben auseinander zu setzen.

Erklärungen.

Die **wahre Morgen- oder Abendweite** (amplitude) eines Gestirns ist der Bogen des Horizonts, welcher zwischen dem Ost- oder Westpunkte, und dem Auf- oder Untergangspunkte dieses Gestirns oder seines Mittelpunkts enthalten ist.

Bey der Sonne nimmt man Vormittags die Morgen- und Nachmittags die Abendweite, und rechnet die Größe derselben vom Ost- oder Westpunkte gegen Mitternacht oder Mittag. Geht z. B. die Sonne zween Grad nordwärts vom Abendpunkte unter, so sagt man, ihre Abendweite sey 2° nördlich.

Das **wahre Azimuth** eines Gestirns ist der Bogen des Horizonts, welcher zwischen dem Mitternachts-

oder Mittagspunkte und demjenigen Punkte enthalten ist, wo eine durch das Zenith und das Gestirn gehende Ebne den Horizont schneidet.

Das Azimuth der Sonne wird Vormittags ostwärts und Nachmittags westwärts gerechnet.

Man pflegt es vom Mittags- oder vom Mitternachtspunkte aus zurechnen, je nachdem es näher an den einen oder an den andern dieser Punkte fällt. Findet man z. B. aus der Beobachtung, daß die Ebne durch das Zenith und den Stern den Horizont gerade mitten zwischen Osten und Süden schneidet, so sagt man, des Sterns Azimuth sey 45° ostwärts vom Mittagspunkte.

Die **magnetische Morgen- oder Abendweite** eines Gestirns ist das, was die Linie nach dem Gestirn, wenn es im Horizonte ist, auf dem Compaß angiebt.

Das **magnetische Azimuth** ist dasjenige, was die Linie nach dem Gestirn, wenn es über dem Horizonte ist, auf dem Compaß angiebt.

Die Abweichung findet man, wenn man die wahren und die magnetischen Morgen- oder Abendweiten und Azimuthe mit einander vergleicht.

Erste Aufgabe.

Auf der See die magnetische Morgen- oder Abendweite eines Gestirns mit dem Azimuthalcompaß zu beobachten.

Man stelle den Compaß an einen festen Ort, von welchem man den Horizont deutlich übersehen kann, visire durch die Dioptern desselben, und wende das Instrument so lange, bis man durch die enge Spalte der einen Diopter den Mittelpunkt der Sonne oder ein anderes Gestirn genau hinter dem Faden sieht, welcher über die Mitte der Oefnung in der andern Diopter gespannt ist; wenn nun

der Mittelpunkt des Gestirns, es mag auf oder untergehen, gerade im Horizonte ist, so drücke man auf den an der Seite des Gehäuses befindlichen Stift, damit die Rose stehen bleibe, und sehe dann nach, welcher Grad der Rose gerade nach der im Gehäuse bezeichneten Hauptlinie stehet: dieser Grad ist die gesuchte Morgen- oder Abendweite.

Man muß bey diesem Verfahren auch auf die Höhe des Auges über der Meeresfläche einige Rücksicht nehmen.

Zweyte Aufgabe.

Auf der See das magnetische Azimuth eines Gestirns mit dem Azimuthalcompaß zu beobachten.

Man stelle das Instrument, wie bey voriger Aufgabe, an einem schicklichen Platze auf, visire durch die enge Spalte der einen Diopter, und drehe das Gehäuse so lange um, bis der Mittelpunkt des Gestirns, wenn es über dem Horizonte steht, mit dem Faden in der Oefnung der andern Diopter coincidiret, oder, wenn man die Sonne beobachtet, bis der Schatten dieses Fadens genau auf die am Gehäuse bemerkte Hauptlinie fällt. In diesem Augenblicke lasse man die Rose stehen, und sehe, wie vorhin, nach dem Grade, welcher das gesuchte Azimuth ist.

Wenn das Schiff in starker Bewegung ist, so läßt sich diese, so wie auch die vorhergehende Beobachtung, am besten durch zwo Personen, auf folgende Art anstellen. Die eine Person visiret durch die Diopteren und dreht den Compaß, bis der Mittelpunkt der Sonne mit dem Faden coincidiret, giebt sich auch, soviel möglich, Mühe diese Coincidenz, des Schwankens ungeachtet, zu bemerken und zu erhalten. In dem Augenblicke, da sie bemerkt wird, welcher Zeitpunkt durch ein Wort oder ein anderes Zeichen angegeben werden muß, sieht die andere Person nach dem Grade der Rose, welcher gegen die Hauptlinie im

Gehäuse gekehrt ist. Oscillirt die Rose zu sehr, so muß der Beobachter zwischen den äußersten Grenzen der Schwingungen das Mittel nehmen, wie wir schon zu Anfang dieses Capitels erwähnt haben.

In eben dem Augenblicke, in welchem das magnetische Azimuth eines Gestirns beobachtet wird, muß auch zugleich die Höhe desselben mit einem Sextanten genommen werden.

Dritte Aufgabe.

Aus der gegebenen Polhöhe des Beobachtungsorts und der Abweichung eines Gestirns, die wahre Morgen- oder Abendweite desselben zu finden.

Hiezu dient folgende Proportion: Wie sich der Cosinus der Polhöhe verhält zum Sinus totus, so verhält sich der Sinus der Abweichung zum Cosinus der Morgen- oder Abendweite. Da die drey ersten Glieder dieser Proportion bekannt sind, so kann das vierte, welches die Morgen- oder Abendweite giebt, durch die gewöhnliche Regel Detri gesunden werden, welche Rechnung aber mit Hülfe der logarithmischen Täfeln folgender Gestalt verrichtet wird.

Man addirt den Logarithmen des Sinus der Abweichung zum Logarithmen des Sinus totus, und zieht von der Summe den Logarithmen des Cosinus der Polhöhe ab. Es sey z. B. unter der nördlichen Breite (oder Polhöhe) von 38° 25′, die Abweichung der Sonne 18° 59′, und man verlange die Morgenweite zu wissen.

Log. sin. 18° 59′	=	9,51227
Log. sin. tot.	=	10,00000
Summe	=	19,51227
Log. cos. 38° 25′	=	9,89405
Rest	=	9,61822

welches der Logarithme des Cosinus von 24° 32′ ist. Dies ist die gesuchte Morgenweite, und gleichartig mit der gegebnen Abweichung, d. i. nördlich, wenn die Abweichung, wie im gegenwärtigen Beyspiele, nördlich, südlich, wenn die letztere südlich ist.

Vierte Aufgabe.

Aus der gegebnen Polhöhe des Beobachtungsorts, der Abweichung eines Gestirns, und der Höhe desselben, sein wahres Azimuth zu finden.

Sind die Abweichung und die Polhöhe beyde nördlich, oder beyde südlich, so nenne man die Ergänzung der Abweichung A; ist aber die eine südlich, die andere nördlich, so setze man zur Abweichung 90° hinzu, und nenne die Summe A.

Den Unterschied zwischen den Ergänzungen der Polhöhe und der Höhe des Gestirns nenne man B.

Weiter nenne man die halbe Summe von A und B, D, und ihre halbe Differenz C.

Hierauf addire man folgende vier Logarithmen. Das arithmetische Complement *) des Logarithmen vom Cosinus der Polhöhe, das arithmetische Complement des Logarithmen, vom Cosinus der Höhe, den Logarithmen des Sinus von D, und den Logarithmen des Sinus von C.

Von der Summe dieser vier Logarithmen nehme man die Hälfte, diese ist der Logarithme des Sinus von der Hälfte des verlangten Azimuths.

Z. B. Unter 40° 38′ nördlicher Breite war die Sonnenhöhe Nachmittags 20° 46′, und die Abweichung der Sonne 17° 10′ südlich; man sucht das Azimuth der Sonne für diese Zeit. So ist

*) Unter dem arithmetischen Complemente eines Logarithmen versteht man das, was zurück bleibt, wenn man ihn von 1,00000 oder dem Logarithmen des Sinus totus abziehet. A. d. Ueb.

Abweichung + 90°	=	107°	10′	= A
Ergänzung der Höhe	=	69	14	
Ergänzung der Breite	=	49	22	
Unterschied	=	19	52	= B
Halbe Summe v. A u. B	=	63	31	= D
Halbe Differenz v. A u. B	=	43	39	= C

Arithm. Compl. vom Log. des Cos. der Breite	= 0,11982
Arithm. Compl. vom Log. des Cos. der Höhe	= 0,02917
Log. des Sinus von D . .	= 9,95185
Log. des Sinus von C . .	= 9,83901
Summe dieser vier Logarithmen .	= 19,93985

Die Hälfte hievon ist 9,96992, der Logarithme des Sinus von 38° 55′. Das doppelte hievon oder 77° 50′ ist das gesuchte Azimuth der Sonne vom Mitternachtspuncte aus gerechnet.

Fünfte Aufgabe.

Aus den gegebnen wahren und magnetischen Morgen- oder Abendweiten, oder Azimuthen eines Gestirns die Abweichung der Magnetnadel für Zeit und Ort der Beobachtung zu finden.

Man rechne die gegebnen Weiten so, wie die Azimuthe, alle vom Mitternachtspuncte aus, welches geschieht, wenn man sie von 90° abzieht, wofern die Weite vom Ost- oder Westpuncte nordwärts liegt, oder wenn man sie zu 90° hinzusetzt, wofern sie von diesen Puncten südwärts liegt; alsdann ist die magnetische Weite entweder kleiner, oder größer, als die wahre.

Wenn die magnetische Weite kleiner ist, als die wahre, und beyde auf einerley Seite des Nordpuncts liegen, so giebt ihr Unterschied die Abweichung der Nadel, welche alsdann vom Nordpuncte aus auf die entgegengesetzte Seite fällt; liegen aber beyde auf verschiedenen Sei-

ten des Nordpuncts, so giebt ihre Summe die Abweichung, welche alsdann auf einerley Seite mit der wahren Weite fällt.

Wenn die magnetische Weite größer, als die wahre ist, und beyde auf einerley Seite des Nordpuncts liegen, so giebt ihr Unterschied die Abweichung der Nadel, welche alsdann auf eben dieselbe Seite fällt; liegen sie aber auf verschiedenen Seiten, so giebt ihre Summe die Abweichung, und diese liegt alsdann auf einerley Seite mit der wahren Weite. Wäre z. B. die magnetische Weite 80° ostwärts, und die wahre 82° nach eben derselben Seite, so wäre die Abweichung 2° westlich; wäre hingegen die magnetische Weite 76° ostwärts, und die wahre 5° westwärts, so würde die Abweichung 81° westlich seyn.

Was hier von den Morgen- und Abendweiten gesagt worden ist, gilt auch von den Azimuthen, wenn die Abweichung aus ihnen gefunden werden soll.

Sechste Aufgabe.

Die Inclination der Magnetnadel zu beobachten.

Hiezu ist nichts weiter erforderlich, als daß man die Inclinationsnadel in den magnetischen Meridian stelle, welcher durch einen guten Compaß bestimmt werden muß, wobey jedoch beyde Instrumente in genugsame Entfernung von einander zu stellen sind. Bisweilen ist auch das Gestell der Inclinationsnadel mit zwo Dioptern an einem Zeiger versehen, der sich horizontal bewegt, wodurch man nach einem entfernten Gegenstande, dessen Lage in Absicht auf die Weltgegenden bekannt ist, visiren kann, wenn man die Nadel in den magnetischen Meridian stellen will. Man darf alsdann die Nadel nur so richten, daß ihre Verticalebne mit dem Zeiger oder mit der Richtung nach dem entfernten Gegenstande den erforderlichen Winkel macht, welchen ein unter dem Zeiger befindlicher getheilter Kreis angiebt.

Um den Fehlern, welche aus dem Mangel des Gleichgewichts entstehen können, einigermaßen vorzubeugen, werden gemeiniglich die Pole der Inclinationsnadel durch Magnetstäbe umgekehrt; so daß sich beyde Enden derselben, eines nach dem andern, neigen müssen, und man nimmt zuletzt ein Mittel aus den beyden oder aus den mehrern Beobachtungen.

Die gröste Unvollkommenheit der Inclinationsnadel ist diese, daß der Magnetismus der Erde nach den verschiedenen Graden ihrer Neigung und ihrer mehrern oder mindern magnetischen Kraft so verschiedentlich auf sie wirkt. Diese Eigenschaft, welche auf den ersten Blick sonderbar scheint, wird durch folgende Erklärung sehr leicht begreiflich werden.

Es sey AB, Taf. II. Fig. 23. die Inclinationsnadel, der Kreis EF stelle das eine Ende ihrer Axe vor, deren unterer Theil F auf der Unterlage CD ruht; EF sey die Linie durch den Mittelpunct der Nadel, welche sie in zween gleichgroße Theile theilt. Offenbar muste die Nadel, ehe sie einigen Magnetismus erhielt, wofern sie nur eine gleichförmige Gestalt hatte und die Axe genau cylindrisch und in der Mitte der Nadel war, in jeder Stellung die man ihr gab, stehen bleiben, weil die aus dem Puncte, wo die Axe EF die Unterlage CD berührt, aufgerichtete Perpendicularlinie allezeit durch drn Mittelpunct der Nadel geht, und dieselbe in zween gleiche und ähnliche Theile theilt; so daß die Nadel in jedem Grade der Neigung vollkommen im Gleichgewichte stehen muste. Man wird aber hiebey bemerken, daß ungeachtet dieses vollkommnen Gleichgewichts dennoch, wenn die Nadel, wie bey Fig. 24. in einer schiefen Lage steht, derjenige Theil GA, welcher über dem Unterstützungspuncte G steht, länger ist, als der Theil GB, der sich unter diesem Puncte befindet. Dieser Unterschied wird immer größer, je grösser die Neigung wird, weil die Axe der Nadel keine mathematische Linie, sondern ein Körper von einem gewissen

Durchmesser ist; daß also, wenn die Nadel senkrecht steht, der Theil über der Unterlage gerade um den Durchmesser der Axe länger wird, als der andere Theil. Ist nun die Nadel, wie bey Fig. 24, geneigt, und man stellt sich vor, daß zwo gleiche und ähnliche Kräfte an ihren beyden Enden A und B wirken, so ist offenbar, daß die Kraft bey A mehr Moment haben, und stärker auf die Bewegung der Nadel wirken muß, als die bey B, weil GA ein längerer Hebel, als GB, ist. Diese Ungleichheit der Wirkung wächst mit der Neigung; und ist am grösten, wenn die Nadel senkrecht steht.

Es findet aber eine solche Wirkung zwoer Kräfte statt, sobald die Nadel magnetisch gemacht ist; denn da die gröste Anziehung und die gröste Repulsion zwischen den magnetischen Polen der Erde und den Polen der Nadel an den Enden A und B statt hat, so entsteht daraus die erwähnte Ungleichheit, und muß daher mit der Neigung selbst und mit dem Grade der Stärke der magnetischen Kraft wachsen.

Man hat, um dieser Ungleichheit abzuhelfen, verschiedene Mittel vorgeschlagen; keines aber hat noch bisher die Absicht ganz erfüllt, und mehrentheils entstehen aus ihrer Anwendung noch mehrere neue Unvollkommenheiten.

Siebentes Capitel.

Vermischte Versuche.

Erster Versuch.

Das magnetische Paradoxon.

Auf den Tisch AB, Taf. II. Fig. 25., lege man ein Stückchen Eisendrath, nicht über $\frac{1}{10}$ Zoll lang. Man lasse den Magnetstab EF etwa 4 bis 5 Zoll hoch über dem

Tische so halten, daß er den einen Pol unterwärts kehret, und daß die Perpendicularlinie von diesem Pole auf den Tisch den Punct G trift, welcher 2 — 3 Zoll von dem Drathe absteht. Diese Distanzen sind inzwischen manchen Abänderungen unterworfen, welche sich nach der Stärke des Magnets richten.

Durch die Wirkung des Magnets wird der Eisendrath mit einem Ende in die Höhe gehoben, wie man bey CD sieht, und macht mit dem Tische einen spitzigen Winkel, welcher desto größer wird, je näher der Drath dem Puncte G kömmt, in welchem er völlig aufrecht stehen würde.

Wenn man bey dieser Stellung des Draths sanft auf den Tisch klopft, so wird der Drath nach und nach gegen G zu gehen, indem er bey jedem Klopfen in die Höhe hüpft und ein wenig fortrückt. Die Ursache hievon wird auch der flüchtigste Beobachter sogleich der Anziehung zwischen dem Magnet und dem Eisendrath zuschreiben, welche nicht stark genug ist, den Drath vom Tische zu erheben, aber gerade genug Kraft hat, ihn ein wenig näher nach G zu ziehen, wenn er durch die Bewegung des Tisches in die Höhe gehoben wird.

Bis hieher hat der Versuch nichts außerordentliches; wenn man ihn aber mit der Veränderung wiederholet, daß der Magnet nicht über den Tisch, sondern unter denselben, wie bey HJ, gehalten wird, so ist der Erfolg dieser, daß der Drath, welcher nunmehr nach G zu einen stumpfen Winkel mit dem Tische macht, wie bey KL, beym Klopfen auf den Tisch sich nach und nach von G entfernet, gerade als ob ihn der Magnet zurückstieße. Hievon hat der Versuch den Namen des **magnetischen Paradoxon** erhalten; denn in der That zieht der Magnet den Drath an.

Es rührt aber diese Erscheinung davon her, daß die richtende Kraft des Magnets auf eine größere Entfernung wirkt, als die anziehende Kraft, wie wir bereits im ach-

ten Capitel des ersten Theils von diesem Werke bemerkt haben.

Um sich nun diese Erscheinung genau zu erklären, muß man bedenken, daß der Drath KL, Taf. II, Fig. 26. wenn er durch die Wirkung des Magnets H magnetisch wird, sich nach den oberwähnten Gesetzen der Inclinationsnadel gegen denselben neiget. Wegen seiner Schwere aber, und weil er nicht in seinem Mittelpuncte, sondern an dem auf dem Tische ruhenden Ende K getragen wird, kann er sich nicht so stark neigen, als er thun würde, wenn er frey an seinem Mittelpuncte aufgehangen wäre; es steht also das Ende K ein wenig höher, als es sollte. Es sey MN die Perpendicularlinie durch den Mittelpunct des Draths. Wenn nun durch die Bewegung des Tisches der Drath aufspringt, so nimmt er in der Luft seine gehörige Neigung, wie bey rQ, an, indem sein Mittelpunct in eben der Perpendicularlinie MN bleibt; weil die richtende Kraft des Magnets H auf eine größere Entfernung wirkt, als die Anziehung. In dieser Stellung muß nun offenbar die Perpendicularlinie PO, welche von dem untern Ende r des Draths auf den Tisch fällt, den letztern in einem Puncte treffen, welcher von G weiter abliegt, als K; und da der Drath nach dem Aufspringen unter seiner gehörigen Neigung, d. i. parallel mit rQ wieder auf den Tisch zurückfällt, so folgt, daß sein unteres Ende den Tisch nunmehr bey O treffen muß: und so wird jeder Stoß ihn etwas weiter von dem gerade über dem Magnete H liegenden Puncte G entfernen.

Wenn man eben diese Erklärung auf den ersten Theil des Versuchs anwendet, so wird man finden, daß in diesem Falle, wenn nemlich der Magnet über den Tisch gehalten wird, der Drath dem Puncte G immer näher kommen muß.

Man kann diesen Versuch dadurch abändern, daß man Eisenfeile statt des Draths nimmt; im ersten Falle werden sich die auf dem Tische zerstreuten Feilspäne nach

und nach um den Punct G sammlen; im letztern hingegen werden sich die um G liegenden Späne nach und nach von diesem Puncte entfernen.

Zweyter Versuch.

Natürliche und künstliche Magnete zu armiren.

Wenn ein natürlicher Magnet armirt werden soll, so muß man vor allem andern seine Pole suchen. Hierauf gebe man ihm die gehörige Gestalt, d. i. entweder die Form einer Terrelle, oder die gewöhnlichere eines Parallelepipedums, in welchem letztern Falle man dafür sorgen muß, daß die Pole auf die Mitte zwoer entgegengesetzten Flächen fallen, deren Abstand von einander die Länge oder gröste Dimension des Magnets ausmacht. Denn man hat sehr oft gefunden, daß natürliche Magnete mehr geschwächt werden, wenn man einen Theil ihrer Länge nach der Richtung von einem Pole zum andern abschneidet, d. i. wenn man ihre magnetische Axe verkürzt, als wenn man sie nach andern Richtungen zertheilet.

Wenn man dem Magnet die gehörige Gestalt gegeben hat, so lasse man zwo Platten von weichem Eisen verfertigen, welche eben so breit sind, als die Flächen, an denen sich die Pole befinden, an der einen Seite des Steines aber ein wenig hervorragen, wie man Taf. I. Fig. 1. sehen kann. Diese hervorragenden Theile D, D aber müssen schmäler seyn, als die Breite der Platten. Bey Magneten, welche weniger, als eine Unze wiegen, dürfen die untern Flächen der hervorragenden Theile, an welche das Eisen F angebracht wird, nicht größer, als etwa $\frac{1}{10}$ Zoll, seyn; und für größere Magnete ist $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll hinreichend.

Die Dicke der Platten CD, CD, muß im Verhältniß mit der Stärke des Magnets stehen; es giebt nemlich für jeden Magnet eine gewisse Größe, welche die

schicklichste ist, so daß die Dicke der Platten mit Vortheile weder größer noch kleiner, als diese Größe, gemacht werden kann. Man kann dies nicht leicht anders, als durch wirkliche Proben bestimmen; daher ist es am besten, die Platten zuerst sehr stark zu machen, dann aber ein wenig abzufeilen, und dabey immer die Kraft des Magnets zu untersuchen; denn diese wird bis auf einen gewissen Grad wachsen, bey welchem man aufhören muß, weiter etwas abzufeilen.

Es ist gleichgültig, ob die Armatur angebunden, oder ob sie durch ein Gehäuse von Holz oder Metall befestiget wird; da aber ein Gehäuse dauerhafter ist, so hat man wohl diesem den Vorzug zu geben, und man kann es von jedem Metall, nur nicht von Eisen oder Stahl, machen.

Ist der Magnet kugelförmig, so müssen die Stücken Eisen zur Armatur nach der Gestalt der Oberfläche gekrümmt werden, und jedes muß ohngefähr den vierten Theil derselben bedecken.

Was wir hier von den natürlichen Magneten gesagt haben, ist auch auf die künstlichen anwendbar. Man kann z. B. mehrere Magnetstäbe mit einander verbinden, und so armiren, daß sie einen sehr starken **zusammengesetzten Magnet** ausmachen.

Die Armatur verstärkt die Kraft des Magnets aus eben der Ursache, aus welcher ein an den Magnet gehangnes Stück Eisen sein Vermögen zu vergrößern strebt.

Wenn die künstlichen Magnete die Gestalt eines Hufeisens oder eines Halbkreises haben, so bedürfen sie keiner Armatur; es ist genug, sie entweder durch Schnüre oder durch eine Capsel mit einander zu verbinden; man kann auch aus geraden Stäben zusammengesetzte Magnete ohne Armatur machen; weil aber alsdann die beyden magnetischen Pole nicht in einerley Ebne wirken, so ist es besser, zween solche zusammengesetzte Magnete zu haben,

damit man andern Körpern den Magnetismus bequemer mittheilen könne. *)

Dritter Versuch.

Einer Nadel den Magnetismus durch die Elektricität mitzutheilen.

Man lege eine kleine Nähnadel oder ein Stück Stahldrath auf einen Tisch, und verbinde das eine Ende davon durch einen Drath mit der äußern Seite einer geladnen elektrischen Flasche oder einer Batterie **) Das andere Ende der Nadel hingegen verbinde man durch einen andern Drath mit dem einen Arme des gewöhnlichen Ausladers; bringe alsdann den andern Knopf des Ausladers in Berührung mit dem Knopfe der Flasche oder der Batterie, so daß diese entladen wird, und der Schlag durch die Nadel gehet, wodurch denn diese magnetisch wird, oder auch ihre Pole umgekehrt werden, u. s. w. den Umständen gemäß, welche im ersten Theile dieses Werks sind angeführt worden.

*) Durch dieses Mittel hatte der verstorbene Dr. Gowin Knight zween sehr starke künstliche Magnete oder vielmehr Magazine von Magnetstäben gemacht, welche sich nunmehr in der Sammlung der königlichen Societät befinden. Jedes dieser Magazine besteht aus 240 Stäben, welche in vier Sätze geordnet sind, so daß sie ein Parallelepipedum ausmachen, wovon jede Seite 64 Stäbe enthält. Alle diese Stäbe sind mit eisernen Klammern verbunden, und das Ganze hängt in Zapfen auf einem besondern hölzernen Gestell, so daß man es leicht in jede erforderliche Stellung bringen kann. Mehr von diesen magnetischen Magazinen sehe man in den Philos. Trans. Vol. LXVI. S. 591.

**) Diese Flasche oder Batterie muß wenigstens zween Quadratfuß belegte Fläche haben; dies hängt aber von der Größe der Nadel ab. Man s. hierüber die Schriften von der Elektricität, bey den Erklärungen der elektrischen Werkzeuge.

Vierter Versuch.

Zu zeigen, daß die magnetische Kraft eine gewisse Zeit braucht, um ein Stück Eisen zu durchdringen.

Man stelle ein voluminöses Stück Eisen, z. B. ein dickes Stück von etwa 40 bis 50 Pfund Gewicht seitwärts neben den einen Pol einer Magnetnadel, so daß diese dadurch ein wenig aus ihrer Richtung gezogen wird. Alsdann bringe man den einen Pol eines starken Magnets an das entfernteste Ende des Eisens, und man wird finden, daß es einige Zeit, nemlich einige Secunden lang, dauert, ehe die Nadel davon bewegt wird. Diese Zeit ist verschieden und richtet sich nach der Größe des Eisens und nach der Stärke des Magnets.

Fünfter Versuch.

Natürliche Magnete nachzuahmen.

Man nehme etwas Eisenmohr, oder was man leichter haben kann, man mache aus dem Hammerschlage, welcher vom glühenden Eisen beym Schmieden abgeht, und den man häufig in den Werkstätten der Schmiede antrift, ein sehr feines Pulver. Dieses vermische man mit trocknendem Leinöl zu einem derben Teige, und drücke denselben in eine Form, damit er die erforderliche Gestalt, z. B. einer Terrelle, eines Menschenkopfs, oder dergl. annehme. Stellt man ihn alsdann einige Wochen lang an einen warmen Ort, so trocknet er und wird sehr hart. Man kann ihn alsdann durch gehörige Anwendung eines starken Magnets magnetisch machen, und er wird einen beträchtlichen Grad von Kraft annehmen. *).

*) Der verstorbene Dr. John Fothergill giebt im 66sten Bande der Philos. Transact. S. 595., Nachricht von Dr. Knight's magnetischem Magazine, und erwähnt dabey folgenden merkwürdigen Umstand, welcher sich jedoch meiner

Sechster Versuch.

Die magnetische Kraft eines Draths durch Beugen zu schwächen oder aufzuheben.

Man theile einem eisernen oder einem weichen Stahldrathe, der etwa 4 — 5 Zoll lang und $\frac{1}{10}$ Zoll dick ist, die magnetische Kraft mit, und rolle ihn dann um ein dünnes Stäbchen, so daß er etwa vier bis fünf Windungen darum macht. Wenn man ihn dann wieder abwindet und gerade auszieht, so wird man mehrentheils finden, daß die magnetische Kraft durch das Beugen ganz aufgehoben, oder doch beträchtlich geschwächt worden ist.

Die Wirkung bleibt eben dieselbe, wenn gleich der Drath kürzer oder länger ist, sie findet statt, wenn er nur

Meinung nach zum Theil auf einen Irrthum oder ein Mißverständniß gründen muß. „Mir ist nicht bekannt, sagt er, „daß Dr. Knight eine Beschreibung von einer Composition „zu künstlichen Magneten hinterlassen habe. Ich habe aber „nebst mehrern seiner Freunde eine solche Composition bey ihm „gesehen, welche die magnetische Kraft weit fester an sich be„hielt, als die wirklichen Magnetsteine oder Magnetstäbe, „so gut diese gehärtet seyn mochten. An den natürlichen „Magneten und an den härtesten Stäben konnte er die Pole „in einem Augenblicke umkehren; an der Composition aber „blieben sie unbeweglich. Er hatte einige kleine Stücken von „derselben, welche viel magnetische Kraft besaßen. Das „größte war etwa $\frac{1}{2}$ Zoll breit, etwas weniges länger, und $\frac{1}{4}$ „Zoll dick. Es war nicht armirt, aber die Enden waren „stark magnetisch, und die Pole konnten nicht verändert wer„den, ob er es gleich zwischen zween seiner stärksten Stäbe „stellte. Die Masse war nicht sonderlich schwer, und hatte „sehr das Ansehen von Bley; nur war sie nicht so glänzend. „Ich glaube, er hat diese Composition nicht bekannt gemacht, „einst aber sagte er mir, so viel ich mich erinnere, sie bestehe „aus Eisenfeile, die durch langes Abreiben mit Wasser in ein „ganz unfühlbares Pulver verwandelt, und dann mit einer „klebrigen Materie vermischt werde, um ihr die gehörige Con„sistenz zu geben.“

eine einzige völlige Windung um den Stab macht, welches offenbar von der veränderten Spannung oder Lage der Theile des Draths herrührt. Dies erhellet aus folgender Bemerkung. Wenn der Drath so elastisch ist, daß er nach dem Umwinden um den Stab, wenn man ihn frey läßt, von selbst in die gerade Linie zurück springt, so wird sein Magnetismus gar nicht oder nur wenig vermindert, daß also, um die obengedachte Wirkung hervorzubringen, eine Spannung der Theile des Draths unumgänglich nothwendig ist.

Wird der Drath blos in der Mitte gebogen, daß die Enden gerade bleiben, so wird die magnetische Kraft selten aufgehoben oder auch nur vermindert.

Wird ein magnetischer Drath der Länge nach getrennt oder gespalten, so haben die Theile bisweilen die entgegengesetzten, bisweilen aber auch eben dieselben Pole, wie im Ganzen. Ist ein Theil viel dünner als der andere, so hat derselbe mehrentheils umgekehrte Pole.

Vierter Theil.

Neue magnetische Versuche.

Da ich im vorigen alles, was in Absicht auf den Magnetismus mit Gewißheit bestimmt worden ist, und die Versuche, welche zum Beweise der magnetischen Gesetze nothwendig schienen, angeführt habe, so will ich nunmehr in aller Kürze von meinen eignen Versuchen über den Magnetismus diejenigen anführen, welche mit einem dem Anscheine nach nützlichen Erfolge begleitet worden sind, wobey ich in jedem Capitel diejenigen zusammenstellen werde, welche ihrer Natur nach unter einander verbunden sind, ohne auf die Ordnung der Zeit zu sehen, in welcher ich sie angestellt habe, und mit Weglassung aller fruchtlos abgelaufenen Proben, wie auch solcher Plane und Muthmaßungen, welche sich durch die Erfahrung nicht wirklich bestätiget haben.

Erstes Capitel.

Beschreibung einer neuen Art der Aufhängung der Magnetnadel, vornehmlich um geringe Grade der Anziehung zu bestimmen; nebst einigen Bemerkungen über den Gebrauch des Quecksilbers.

Ehe ich meine Versuche über den Magnetismus des Messings und des Eisens in seinen verschiedenen Zuständen erzähle, will ich vorher die Magnetnadel beschreiben, deren ich mich gewöhnlich bey diesen Versuchen bedient habe, und welche auf eine besondere Art aufgehangen ist. Es ist dies eine sehr einfache und zugleich sehr freye Art der Aufhängung.

Da die Erfahrung lehret, daß große Magnetnadeln nicht tauglich zu Versuchen sind, bey welchen ein sehr

geringer Grad von Magnetismus bestimmt werden soll, und da die freye Bewegung der gewöhnlichen kleinen Nadeln verhältnißmäßig durch die Art sie aufzuhängen, selbst im Fall man dabey Agathütchen gebraucht, mehr gestöret wird, so suchte ich eine solche Art von Aufhängung zu finden, welche den Zweck besser, als die gewöhnliche erfüllte, und nahm endlich dazu nach verschiedenen Proben eine Kette von Pferdehaar, die etwa aus fünf bis sechs Gelenken bestand und an welche ich die Nadel hing. Jedes Glied hat ohngefähr ¾ Zoll im Durchmesser, und die Enden jedes Stückgens Haar, woraus ein Ring gebildet wird, sind mit einem Knoten zusammen gebunden, und mit ein wenig Siegellack befestiget. Das oberste Glied dieser Kette wird an einen Stift in einem eignen Gestelle oder sonst mit irgend einer Unterstützung, wie sie zur Hand ist, gehangen, und an das untere Ende wird ein Stückgen feiner Silberdrath, woran ein Häckgen gebogen ist, eingehängt. Dieser Drath ist etwa 1½ Zoll lang, und mit dem untern Ende um ein kleines cylindrisches Stückgen Kork gebunden, durch welches eine magnetisch gemachte gewöhnliche Nähnadel horizontal durchgesteckt ist. So hängt die Magnetnadel an der Haarkette, deren Gelenke wegen der Glätte und Leichtigkeit des Haares sich sehr frey an einander bewegen, und der Nadel mehr als eine völlige Umdrehung um ihren Mittelpunct zu machen gestatten, mit einem so geringen Grade von Reibung, daß dieselbe beynahe für Nichts zu rechnen ist. Bey Vergleichung dieser Nadel mit andern finde ich sie empfindlicher als die besten bisher gewöhnlichen; denn wenn ich Körper untersuche, welche ausnehmend wenig magnetische Kraft haben, so wird diese Nadel sehr oft von denselben angezogen, wenn sie auf andere gar nicht merklich wirken.

Um die Feinheit dieser Art der Aufhängung noch weiter zu prüfen, stellte ich ein Stück Spiegelglas fast horizontal unter die Nadel, so daß ich darinn das Bild

der letztern sahe. Wenn ich nun vorher auf dem Glase eine feine Linie gezogen, und alles so eingerichtet hatte, daß das Bild der Nadel mit dieser Linie coincidirte, wenn das Auge des Beobachters in einem bestimmten Puncte stand, so suchte ich durch sanftes und stärkeres Stoßen die Nadel aus dem magnetischen Meridiane zu bringen, aber alle diese Versuche waren vergeblich, denn die Nadel setzte sich allezeit wieder in eben dieselbe Richtung, ohne irgend eine merkliche Abweichung.

Man könnte mit einer so aufgehangenen Nadel sehr leicht einen Variationscompaß verfertigen, welcher vielleicht genauer, als die gewöhnlichen, seyn würde. Zu dieser Absicht müste die Nadel ohngefähr drey Zoll lang seyn, und der Spiegel müste an den Zeiger eines Hadleyschen Sextanten befestiget werden, den man horizontal unter die Nadel stellte, und die Anfangslinie der Theilung in den Meridian des Orts brächte, um die Abweichung der Nadel zu beobachten. Ich habe mir blos ein grobes Modell eines solchen Variationscompasses gemacht, das aber sehr viel von dem Gebrauche des Instruments zu versprechen schien.

Diese Einrichtung scheint vor der gewöhnlichen viele Vorzüge zu haben. Erstens ist die Nadel cylindrisch und nicht durchbohrt, also weniger der Gefahr ausgesetzt, mehr als zween Pole zu bekommen. Zweytens, da die Nadel dünn ist, so stehen ihre Pole genauer in der Axe, welches bey den gewöhnlichen flachen Nadeln selten der Fall ist. Drittens scheint es, wenn man ein wenig nachdenkt, bey dieser Einrichtung nicht nöthig zu seyn, daß der Mittelpunct der Bewegung der Nadel beständig auf einem einzigen unveränderlichen Puncte derselben erhalten werde, welches die Verfertigung derselben zugleich leichter und genauer macht. Endlich, da man den Sextanten sehr tief unter die Nadel stellen, das übrige Gestell aber von jeder beliebigen Größe machen kann, so ist es hiebey nicht nöthig, einiges Messing oder anderes Me-

tall so nahe an die Nadel zu bringen, daß es darauf wirken kann, im Fall es einigen Magnetismus, wie das Messing mehrentheils, besitzet.

Um die magnetische Kraft verschiedener Substanzen zu untersuchen, habe ich mich außer der eben beschriebenen Nadel, auch der Methode bedienet, die zu untersuchende Substanz auf Wasser zu stellen, indem ich sie nöthigenfalls auf flache Stücken Kork befestigte. Bisweilen habe ich sie auch auf Quecksilber gelegt; welche Methode zwar ohne alle Vergleichung feiner, als die übrigen, aber auch wegen der folgenden Umstände sehr beschwerlich ist, daher ich mich mehrentheils mit dem Gebrauche der an einer Haarkette aufgehangenen Nadel befriediget habe.

Ich bemerkte nemlich im Verfolg meiner Versuche, bey welchen ich mich des Quecksilbers bediente, eine merkwürdige Erscheinung in Absicht auf die Oberfläche dieses Metalls; daß nemlich die Körper zwar ungemein leicht auf dem Quecksilber schwimmen, wenn es erst kurz vorher in ein ofnes Gefäß gegossen worden ist, daß aber eine kurze Zeit darauf, wenn es z. B. eine oder zwo Stunden, oft noch nicht einmal so lange, in einem ofnen Gefäße gestanden hat, ein Stück Messing oder ein anderer Körper nicht mehr so frey darauf schwimmt; so daß Körper, welche gleich nach dem ersten Ausgießen des Quecksilbers ins ofne Gefäß augenscheinlich vom Magnete angezogen wurden, eine Stunde hernach bey Annäherung desselben sich nicht im geringsten mehr bewegten.

Das einzige Mittel, das Quecksilber wiederum zu dieser Absicht geschickt zu machen, war dieses, daß ich es durch einen papiernen Trichter, wie oben S. 111. beschrieben worden ist, laufen ließ. Dies habe ich bisweilen in einer Zeit von zwey Stunden vier bis fünfmal thun müssen.

Es scheint sich auf der Oberfläche des der Luft ausgesetzten Quecksilbers eine Art von Ueberzug zu erzeugen, welcher zwar auf den ersten Blick unsichtbar ist, aber doch bemerkt werden kann, wenn man die darauf schwimmen-

den Körper in Bewegung setzt. Wenn man das Quecksilber erst durch den papiernen Trichter gegossen hat, so scheinen die schwimmenden Körper, wenn man sie bewegt, gleichsam von selbst fortzugehen: einige Zeit hernach aber theilen eben diese Körper ihre Bewegung gleichsam dem Quecksilber mit und ziehen es mit sich fort, etwa als ob man einen Körper bewegte, der auf der Oberfläche eines eben gerinnenden Liquors schwömme. Ich habe die Entstehung dieses Ueberzugs den unvollkommnen Metallen zugeschrieben, welche, obgleich in geringen Quantitäten, dennoch allezeit mit den gemeinen Sorten des Quecksilbers amalgamirt sind; denn da diese Amalgamation die Metalle zu dephlogistisiren strebt, so schwimmen die halb calcinirten Theile oben; und sehr wahrscheinlich erfolgt diese Dephlogistisirung an der freyen Luft geschwinder. Diese Muthmaßung wird dadurch bestärkt, daß der Ueberzug desto weniger entsteht, und die schwimmenden Körper desto geringern Widerstand leiden, je reiner das Quecksilber ist; doch habe ich auch im reinsten Quecksilber einigen Grad von Widerstand gefunden, und möchte fast vermuthen, daß das Phänomen zum Theil von der Feuchtigkeit und dem unsichtbaren Staube herrühre, welcher sich an die Oberfläche des der Atmosphäre ausgesetzten Quecksilbers anhängt.

Zweytes Capitel.

Untersuchung der magnetischen Eigenschaften des Messings.

Vor einigen Jahren stellte ich verschiedene magnetische Versuche an, wobey ich mich messingener Geräthe bedienen muste. Ich untersuchte dabey allemal zuerst, ob diese messingnen Stücken einige magnetische Kraft hätten, oder nicht, und legte diejenigen auf die Seite, welche ei-

nen merklichen Grad von dieser Kraft besaßen. Im Verfolg dieser Versuche erinnere ich mich bemerkt zu haben, daß die Stücken von geschlagnem Messing meistentheils und mehr, als andere, magnetisch waren; daher ich auch bey diesen Versuchen kein geschlagnes Messing gebrauchte. Vor anderthalb Jahren aber hatte ich Gelegenheit, durch die Arbeiter in einer Werkstätte zu physikalischen Instrumenten mehrere Versuche anstellen zu lassen. Ich trug ihnen auf, sowohl das weiche als das geschlagene Messing zu probiren, ehe sie es bearbeiteten, und keines zu brauchen, welches einen merklichen Grad von magnetischer Kraft hätte. Sie fanden, daß geschlagnes Messing, wenn es auch vor dem Schlagen keine magnetische Kraft gehabt hatte, dennoch nach demselben die Magnetnadel sehr merklich störete. Diese Beobachtungen bewogen mich, folgende Versuche anzustellen.

Erster Versuch.

Ein längliches Stück Messing, welches etwas weniger, als eine halbe Unze wog, ward untersucht, indem jeder Theil seiner Oberfläche gegen die aufgehangene Nadel gehalten wurde, und gab kein Zeichen von einigem Magnetismus. Hierauf ward es etwa zwey Minuten lang gehämmert, woraus die Folge entstand, daß es das eine Ende der Nadel in einer Entfernung von $\frac{1}{4}$ Zoll anzog. Eben dieses Stück Messing ward nun rothglühend gemacht, und dadurch erweichet. Als es abgekühlt war und wieder gegen die aufgehangene Nadel gehalten ward, so war der Magnetismus gänzlich hinweg. Durch das Hämmern ward es wiederum magnetisch: das Erweichen durchs Glühen nahm den Magnetismus zum zweytenmale hinweg, und so ward derselbe mehrere male wechselsweise durchs Hämmern hergestellt, und durchs Erweichen wieder hinweggenommen; bisweilen hatte das Messing schon

durch zwey bis drey Schläge einen merklichen Grad von magnetischer Kraft bekommen.

Zweyter Versuch.

Das Resultat des vorigen Versuchs kann ganz natürlich auf die Vermuthung führen, daß sich vom Hammer und Ambos etwas Stahl an das Messing anlege, und dasselbe magnetisch mache; und daß dieser Magnetismus durch das Erweichen des Messings wieder aufgehoben werde, in so fern die daran hängende kleine Quantität Stahl im Feuer calcinirt wird. Dieser Betrachtung zufolge nahm ich andere Stücken Messing, hämmerte sie zwischen Kartenpapier, und wechselte mit dem Papiere, so oft es nöthig war, ab, weil es durch die Hammerschläge sehr leicht zerrissen ward. Das Messing ward aber noch immer durchs Hämmern magnetisch, und das Feuer nahm diesen Magnetismus wieder hinweg.

Bey diesem Versuche habe ich dem Messing gewöhnlich nicht über dreyßig Schläge mit dem Hammer gegeben.

Dritter Versuch.

Weil ich noch immer den Verdacht hegte, daß der Hammer und der Ambos dem Messinge etwas Eisen abgegeben haben könnten, weil doch das Kartenpapier bisweilen auf den ersten oder zweyten Schlag zerrissen war, in welchem Falle doch entweder der Hammer oder der Ambos das Messing berührt hatte, so härtete ich ein Stück Messing zwischen zween großen Steinen, wovon ich den einen als Ambos, den andern als Hammer gebrauchte. Es ward dadurch ebenfalls magnetisch, ob es gleich in diesem Falle nicht so viel Kraft erhalten zu haben schien, als wenn es mit dem Hammer war geschlagen worden; es ist aber auch zu bemerken, daß die Steine rauh und

irregulär gestaltet waren, und also das Metall durch sie nicht so leicht und gleichförmig gehärtet werden konnte, als durch andere Mittel.

Die Steine, die ich vor und nach dem Versuche untersuchte, zeigten nicht den mindesten Grad von Magnetismus.

Vierter Versuch.

Ein Stück Messing, welches durch Hämmern so stark magnetisch gemacht war, daß es einen Pol der Nadel in einer Entfernung von ¼ Zoll anzog, ward, mit einer beträchtlichen Quantität Kohlenstaub von allen Seiten völlig umringt, in den Schmelztiegel gethan. Dieser ward mit Leimen verstrichen, und im Feuer etwa zehn Minuten lang rothglühend erhalten. Nach dem Abkühlen nahm ich das Messing heraus, und fand, daß es seinen Magnetismus ganz verlohren hatte. Die Absicht dieses Versuchs war, zu bestimmen, ob der Verlust des Magnetismus in einem erweichten Stücke Messing der Calcination der Eisentheilchen zuzuschreiben sey, welche man, des vorigen Versuchs ungeachtet, immer noch am Messinge anhängend vermuthen könnte; weil bey dieser Art der Erweichung die Eisentheilchen mit Kohlenstaub umgeben sind, und also nicht calciniret werden können. Daher würde, wenn die gedachte Vermuthung statt fände, das Messing seinen Magnetismus nicht verlieren, welches aber gegen das Resultat des Versuchs ist.

Fünfter Versuch.

Eines von denen Stücken Messing, welche zu den vorhergehenden Versuchen waren gebraucht worden, ward durch Glühen seines Magnetismus beraubt und zwischen zwoen großen und dicken Kupferplatten gehämmert, welche nicht den geringsten Magnetismus zeigten; nach wenigen Schlägen aber ward es merklich magnetisch.

Sechster Versuch.

Um die Verschiedenheit dieser Eigenschaft bey verschiedenen Sorten von Messing zu untersuchen, stellte ich die Probe mit einer großen Anzahl Stücken von englischen und ausländischen Messing an, worunter einige sehr alt und so fein und gleichförmig waren, daß sie ein geschickter Uhrmacher von meiner Bekanntschaft zu den besten Sorten von Uhrrädern gebrauchte. Ich finde, daß sie meistens die Eigenschaft haben, durchs Hämmern magnetisch zu werden, und durchs Erweichen die Kraft wieder zu verlieren. Inzwischen giebt es doch einige Stücken, welche durchs Hämmern keinen Magnetismus erhalten, ob sie gleich dadurch eben so hart werden, als diejenigen, welche den Magnetismus annehmen. Dennoch bin ich auch bey der aufmerksamsten Untersuchung nicht im Stande gewesen, ohne wirkliche Probe zu unterscheiden, welche Stücken fähig sind, Magnetismus anzunehmen, und welche es nicht sind; weder Farbe, noch äußeres Ansehen der Structur, noch auch der Grad der Geschmeidigkeit geben eine sichere Anzeige.

Siebenter Versuch.

Die vorhergehenden Versuche scheinen deutlich darzuthun, daß ein Magnetismus oder eine Kraft anzuziehen und sich vom Magnete anziehen zu lassen, auch ohne Eisen statt finden könne; man kann aber gegen diese Folgerung doch noch die Einwendung machen, daß das Messing, welches durch Hämmern magnetisch wird, und durchs Erweichen diese Kraft wieder verlieret, etwas weniges Eisen enthalten, und daß dieses die Ursache des Magnetismus seyn könne; daß ferner dieses durch die Substanz des Messings vertheilte Eisen oder Eisenerde durchs Hämmern phlogistisiret werden könne, in so fern das Messing dadurch in einen engern Raum gebracht wird, und vielleicht der Eisenerde etwas von seinem Phlogiston abgeben,

und dieselbe dadurch merklich magnetisch machen kann; dahingegen die Wirkung des Feuers beym Erweichen dieses Phlogiston aus der Eisenerde wieder heraustreiben und dem Messing wiedergeben, die erstere also ganz dephlogisticirt bleiben und daher den Magnetismus wieder verlieren kann. Die Bemerkung, daß Eisen leichter als Messing dephlogisticirt oder calcinirt werden kann, giebt diesen Gedanken dem Anscheine nach einiges Gewicht; folgende Versuche aber widerlegen denselben ganz unbezweifelt.

Ich suchte ein Stück Messing aus, welches durchs Hämmern keinen Magnetismus erhielt, legte es mit einer beträchtlichen Menge von **Eisensafran**, welcher gar nicht auf die Magnetnadel wirkt, auf einen Ambos, hämmerte es und drehte es oft um, damit sich ein Theil des Eisensafrans daran hängen sollte, in der That hatte sich auch der Safran an verschiedenen Stellen so fest in das Messing eingesetzt, daß ich ihn durch starkes Reiben mit einem wollenen Lappen nicht hinwegbringen konnte. Das Messing sahe an diesen Stellen roth aus, es nahm aber doch keine magnetische Kraft an, ob ich gleich noch eine lange Zeit zu hämmern fortfuhr. Das Härten konnte also den Eisenkalk nicht so stark phlogisticiren, daß er auf die Magnetnadel gewirkt hätte.

Achter Versuch.

Um den vorhergehenden Versuch abzuändern, bohrte ich ein Loch, etwa $\frac{1}{4}$ Zoll tief, und wenig über $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser in ein Stück Messing, welches durch Hämmern nicht magnetisch ward, und füllte dasselbe mit Eisensafran. Hierauf hämmerte ich das Messing so, daß es den Eisenkalk ganz umschloß, und brachte es alsdann gegen die aufgehangene Magnetnadel; es zeigte sich aber nicht das geringste Merkmal einer Anziehung. Die Eisenerde hatte also durch das Hämmern kein Phlogiston aus dem Messing angenommen.

Neunter Versuch.

Eben dieses Stück Messing ward mit der darinn enthaltenen kleinen Quantität Eisenkalk dem Feuer ausgesetzt und ganz glühend gemacht, auch in diesem Zustande auf drey Minuten lang gelassen. Nach dem Abkühlen ward es gegen die Magnetnadel gebracht; diese aber ward von dem Messing nur an derjenigen Stelle angezogen, worinn der Eisenkalk enthalten war. Die Wirkung des Feuers hatte also die Eisenerde so phlogisticiret, daß dieselbe die Magnetnadel anzog; wenn daher der Magnetismus des Messings von einer darinn enthaltenen eisenartigen Materie herkäme, so müste ein Stück Messing durch das Glühen magnetisch werden, welches aber den vorhergehenden Erfahrungen ganz entgegen ist.

Zehnter Versuch.

Ich bohrte in ein Stück Messing, welches durch Hämmern nicht magnetisch ward, ein Loch, wie das im achten Versuche erwähnte, that etwas schwarzen Eisenkalk hinein, welcher so stark phlogisticirt war, daß ihn der Magnet anzog, und schloß das Loch durch einige wenige Hammerschläge zu. Dem zufolge zog das Messing die Nadel nunmehr bloß an der Stelle an, in welcher der magnetische Kalk enthalten war. Diese Anziehung war sehr schwach. Das so zubereitete Messing ward nun dem Feuer ausgesetzt, und etwa sechs Minuten lang in einer Hitze gelassen, welche wenig geringer war, als die zum Schmelzen des Messings erforderliche. Nach dem Abkühlen brachte ich es gegen die Nadel, in der Erwartung, daß das Feuer den Eisenkalk so stark werde dephlogisticiret haben, daß derselbe nun nicht mehr auf die Nadel wirken werde; aber die Anziehung war noch immer so stark, als vor der Erhitzung.

Es scheint also ausgemacht, daß der Magnetismus, den das Messing durchs Hämmern erhält, nicht von einigem darinn enthaltenen Eisen herrühre; **daß also Magnetismus, oder Kraft den Magnet anzuziehen und von ihm angezogen zu werden, auch ohne Eisen statt finden könne.**

Eilfter Versuch.

Ich vermischte etwas weniges Eisen durch das Löthrohr mit etwa viermahl so viel Gewicht von solchem Messing, welches durch Hämmern nicht magnetisch ward. Das ganze Kügelchen wog etwa zwey Gran, und zog die Magnetnadel sehr stark an. Ich schmolz hierauf dieses Kügelchen von Messing und Eisen mit etwa 50 Gran Messing von eben der Sorte zusammen. Nach dem Abkühlen fand ich an dem ganzen Klumpen Messing sehr wenig Wirkung auf die Magnetnadel, indem jeder Theil der Oberfläche das eine Ende der aufgehangenen Nadel so anzog, daß es sich gerade nur daran hieng, wenn die Luft recht ruhig war. Dieser schwache und kaum merkliche Grad von Magnetismus ward weder durchs Hämmern verstärkt, noch durchs Erweichen aufgehoben.

Ich glaubte bey diesem Versuche das Eisen mit dem Messing aufs genaueste zusammen geschmolzen und verbunden zu haben; aber einige nachfolgende Proben gaben mir Anlaß zu glauben, daß sich das Eisen vielmehr nur in einigen Gegenden des geschmolzenen Messings aufhalte, als sich gleichförmig durch dessen ganze Substanz verbreite. Diese Vermuthung gründete sich hauptsächlich auf die Untersuchung dieser Stücken von gemischten Metall auf der Oberfläche des Quecksilbers, bey welcher gemeiniglich einige Punkte der Oberfläche stärker, als die übrigen, vom Magnete angezogen wurden.

Ich muß hiebey noch bemerken, daß ich bey der Wiederholung der meisten von den vorhergehenden Versuchen,

wobey ich aber die Stücken Messing, anstatt sie gegen die Nadel zu bringen, auf Quecksilber legte und den Magnet gegen sie brachte, gefunden habe, daß sehr selten ein Stück Messing vorkömmt, auf welches der Magnet gar nicht wirkte. Wenn es auch schien, als ob eines oder das andere nicht angezogen würde, so war doch dieser Umstand niemals deutlich und entschieden. Es giebt überhaupt wenig Körper in der Natur, die, wenn sie durch dieses Mittel untersucht werden, nicht in einigem Grade vom Magnet angezogen werden; so allgemein ist das Eisen in der Natur verbreitet, oder so stark ist die Verwandschaft der meisten Körper mit dem Magnete.

Auch dasjenige Messing, welches bey den vorhergehenden Versuchen weder im natürlichen Zustande Magnetismus gehabt, noch durchs Hämmern dergleichen erhalten hatte, fand sich jetzt meistentheils magnetisch, wiewohl in so geringem Grade, daß dieses bloß beym Schwimmen auf Quecksilber entdeckt werden konnte. Diejenigen Stücken aber, welche im natürlichen Zustande nicht genug Magnetismus zeigten, um auf die Nadel zu wirken, auch durchs Hämmern keinen erhielten, dennoch aber auf dem Quecksilber schwimmend einige Anziehung gegen den Magnet zeigten, erhielten auch durchs Hämmern niemals, oder doch nur selten, einige Verstärkung dieser Anziehung.

Es wird nunmehr bequem seyn, alle die Bemerkungen, welche sich aus den vorhergehenden und andern Versuchen über die magnetischen Eigenschaften des Messings herleiten lassen, zusammen zu stellen. Sie sind folgende.

1. Das meiste Messing wird durchs Hämmern magnetisch, verliert aber den Magnetismus durchs Glühen oder Erweichen im Feuer wieder; wenigstens wird derselbe dadurch so geschwächt, daß er sich hernach nur alsdann entdecken läßt, wenn das Metall auf Quecksilber schwimmt.

2. Dieser erhaltene Magnetismus kömmt nicht etwa von den Eisen- oder Stahltheilchen her, die das Messing von den zum Hämmern gebrauchten Werkzeugen annehmen kann, oder mit denen es im natürlichen Zustande vermischt ist.

3. Diejenigen Stücken Messing, welche einmal diese Eigenschaft haben, behalten dieselbe ohne Verminderung nach mehrmals wiederholten Versuchen des Hämmerns und Wiedererweichens. Demjenigen Messing aber, das sie nicht von Natur schon hat, habe ich sie durch kein Mittel geben können.

4. Große Stücken haben gemeiniglich etwas mehr magnetische Kraft, als kleinere; und die platten Oberflächen ziehen die Nadel stärker, als die Winkel und Ränder.

5. Wenn nur das eine Ende eines großen Stücks Messing gehämmert wird, so zieht bloß dieses Ende die Nadel an, nicht aber der übrige Theil.

6. Die magnetische Kraft, welche das Messing durchs Hämmern erhält, hat eine gewisse Grenze, über welche hinaus sie durch Hämmern nicht weiter verstärkt werden kann. Diese Grenze ist verschieden, und kömmt auf die Dicke und verschiedene Beschaffenheit des Messings an.

7. Ob es gleich einige Stücken Messing giebt, welche die Eigenschaft, durchs Hämmern magnetisch zu werden, nicht haben, so haben doch alle Stücken von magnetischem Messing, die ich untersucht habe, durchs Glühen ihren Magnetismus verlohren, so daß sie die Nadel nicht weiter anzogen; ausgenommen, wenn Eisen darinn verborgen war; in diesem Falle aber ziehet ein solches Stück Messing, wenn es geglüht hat und abgekühlt ist, die Nadel stärker mit dem einen Theile seiner Oberfläche an, als mit dem übrigen; wenn man es also umkehrt, und nach

und nach alle seine Theile gegen die aufgehangene Magnetnadel bringt, so kann man leicht entdecken, wo das Eisen verborgen sey.

8. Bey meinen Versuchen über den Magnetismus des Messings habe ich zweymal folgenden merkwürdigen Umstand wahrgenommen: — Ein Stück Messing, welches die Eigenschaft hatte, durchs Hämmern magnetisch zu werden, und durchs Glühen den Magnetismus wieder zu verlieren, war so lang im Feuer geblieben, daß ein Theil davon geschmolzen war. Ich fand hierauf, daß es die Eigenschaft, durchs Hämmern magnetisch zu werden, verlohren hatte; als ich es aber hernach in einem Schmelztiegel völlig schmolz, so hatte es seine ursprüngliche Eigenschaft wieder angenommen.

9. So habe ich auch oft bemerkt, daß ein anhaltendes Ausdauren in einem Feuer, das nur wenig geringer ist, als die Schmelzhitze, die Eigenschaft des Messings, magnetisch zu werden, gewöhnlich vermindert, und bisweilen gänzlich aufhebt. Zugleich wird die Structur des Metalls beträchtlich verändert, indem es nach dem Ausdruck der Messingarbeiter faul (*rotten*) wird. Man sieht hieraus, daß diese Eigenschaft des Messings vielmehr von einer besondern Stellung seiner Theile, als von der Beymischung einiges Eisens, herrühren muß; welches auch dadurch bestätiget wird, daß die holländischen Messingplatten, welche nicht durch Schmelzung des Kupfers, sondern durch Umringung desselben mit **Galmey**, und Aussetzung an ein heftiges Feuer gemacht werden, ebenfalls diese Eigenschaft besitzen; wenigstens habe ich sie an allen von mir untersuchten Stücken gefunden.

Aus allen diesen Bemerkungen folgt, daß man das Messing, wenn es zu Instrumenten, wobey eine Magnetnadel vorkömmt, z. B. Inclinationsnadeln, Variationscompassen u. dgl. gebraucht werden soll, entweder ganz weich lassen, oder eine solche Sorte aussuchen muß, wel-

che durch Hämmern nicht magnetisch wird; welche Sorten jedoch so häufig eben nicht vorkommen.

Drittes Capitel.

Untersuchung der magnetischen Eigenschaften einiger andern metallischen Substanzen.

Das Resultat meiner Versuche über das Messing bewog mich, auch andere metallische Substanzen, besonders solche, die zu Compositionen gebraucht werden, z. B. Kupfer und Zink, zu untersuchen. Der Erfolg dieser Untersuchungen ist gleichwohl nicht sehr merkwürdig gewesen, außer was die Platina betrifft, deren Eigenschaften mit denen des Messings großentheils übereinkommen.

Ich untersuchte zuerst verschiedene Stücken Kupfer mit der aufgehangenen Magnetnadel, fand sie aber nie magnetisch, bis auf einige an solchen Stellen, welche befeilet waren, und wo die Feile einige Stahltheilchen konnte zurückgelassen haben. Ich hämmerte hierauf einige Stücke, nicht allein auf die gewöhnliche Art, sondern auch zwischen Steinen: allein das Resultat war sehr zweifelhaft; denn ob sie gleich im Ganzen genommen gar nicht auf die Nadel wirkten, so kam es mir doch bisweilen vor, als ob die Nadel von einigen Stücken gehämmerten Kupfers wirklich angezogen würde; aber diese anziehende Kraft war so außerordentlich schwach, daß man nichts gewisses darüber bestimmen konnte.

Der Zink, er möchte nun ungehämmert oder so stark gehämmert seyn, als ohne ihn zu zerbrechen möglich war, that gar keine Wirkung auf die Magnetnadel. Auch eine Mischung von Zink und Zinn wirkte nicht auf dieselbe.

Ein Stück eines zerbrochnen Spiegels aus einem Telescop, welches aus Zinn und Kupfer bestand; eine Mischung von Zinn, Zink und ein wenig Kupfer, Silber,

sowohl weich, als gehämmert; reines Gold, sowohl weich als gehämmert; Mischungen von Gold und Silber, sowohl hart als weich; eine Mischung von einem großen Theile Silber, ein wenig Kupfer und einer geringen Quantität Gold, thaten sämmtlich weder vor noch nach dem Hämmern einige Wirkung auf die Magnetnadel.

Der Nickel ist eine metallische Substanz, von welcher man vermuthet hat, daß sie auch ohne beygemischtes Eisen einige Anziehung gegen den Magnet äußere; man hat diese Vermuthung auf die Beobachtung gegründet, daß der Nickel seinen Magnetismus noch immer behält, wenn er gleich zu wiederholten malen gereiniget worden ist. *) Inzwischen haben auch einige Naturkundige den Magnetismus des gereinigten Nickels geläugnet; und ich habe selbst einige Stücken gesehen, welche nicht im geringsten auf die Nadel wirkten. Wahrscheinlich waren diese Stücken nicht reiner Nickel, und enthielten vielleicht einige Beymischung von Kobalt; ich sehe aber auch keinen Grund, warum der mit ein wenig Kobalt vermischte Nickel keine Anziehung gegen den Magnet zeigen sollte, wenn dieses sonst eine wesentliche Eigenschaft des Nickels wäre.

Das Metall, welches ich zuletzt untersuchte, war die Platina, und die Versuche mit derselben scheinen eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen.

Erster Versuch.

1. Ein großes Stück Platina, welches aus der Auflösung in Königswasser niedergeschlagen, und hernach geschmolzen, oder vielmehr zur Consistenz gebracht worden war, zeigte nicht die geringste Wirkung auf die aufgehangene Magnetnadel. Es ward hierauf gehämmert; aber nach dem dritten oder vierten Schlage brach es in

*) Man s. Kirwans Mineralogie S. 380 u. 409.

mehrere Stücken. Verschiedene derselben zeigten bey der Untersuchung gar keine Anziehung; auch wurde keines der feinsten Theilchen von dem Magnete angezogen, so nahe man es auch demselben brachte. Der Bruch war voller Hölungen, deren einige sehr groß, andere kaum mit dem Auge zu unterscheiden waren; und das ganze Metall schien nur eine sehr unvollkommene Schmelzung erlitten zu haben.

Zweyter Versuch.

Hierauf wurden Körner von gediegener Platina so untersucht, daß ich den Magnet gerade über sie hielt; allein es zog derselbe aus einer halben Unze Platina nicht über zehn bis zwölf Theilchen an; und die angezognen hatten gar nicht das metallische Ansehen der übrigen, und waren außerordentlich klein.

Dritter Versuch.

Ich hatte einige von den größten Platinakörnern ausgesucht, und hielt den Magnet dagegen; allein sie wurden nicht im mindesten von demselben angezogen. Eines von diesen Körnern ward hierauf gehämmert, und durch acht bis neun Schläge in eine fast cirkelrunde Platte von etwa $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser ausgestreckt; als nunmehr der Magnet dagegen gebracht ward, zog er es in der Entfernung von $\frac{1}{20}$ Zoll an. Die übrigen Körner wurden alle, eines nach dem andern, gehämmert, und dadurch in so weit magnetisch, daß sie vom Magnet angezogen wurden, und die Nadel aus ihrer Richtung brachten. Einige darunter aber erlangten auch gar keinen Magnetismus, ob sie gleich mit Fleiß weit länger, als die übrigen, gehämmert wurden.

Soviel ich bemerken konnte, hatten diejenigen Stücken, welche durchs Hämmern nicht magnetisch wurden,

vor dem Hämmern kein sehr metallisches Ansehen, ob sie gleich nach demselben kaum von den übrigen konnten unterschieden werden; sie schienen sich auch unter dem Hammer nicht so leicht zu strecken, als die übrigen.

Ueberhaupt sind drey bis vier Schläge hinreichend, ein Platinakorn merklich magnetisch zu machen; zehn Schläge aber geben ihm die ganze Kraft, deren es fähig ist.

Vierter Versuch.

Ich legte diejenigen Platinakörner, welche bey dem vorhergehenden Versuche durchs Hämmern magnetisch geworden waren, auf eine Kohle, und machte sie mit Hülfe eines Löthrohrs glühend. Als ich sie hierauf an den Magnet und an die aufgehangne Nadel brachte, so zeigten sie nicht das mindeste Merkmal einer Anziehung mehr. Das Feuer beraubt sie also, eben sowohl als das Messing, der durchs Hämmern erlangten Eigenschaft. Ein wiederholtes Hämmern machte sie wieder magnetisch, obgleich nicht so geschwind und in so hohem Grade, wie das erstemal. Dabey ist jedoch zu bemerken, daß die Platinastücken, da sie schon durch das erste Hämmern flach und dünn geschlagen waren, durch das zweyte nicht mehr so leicht gestreckt werden konnten.

Fünfter Versuch.

Wenn die Platinakörner auf Quecksilber schwimmend mit dem Magnet untersucht wurden, so ward fast ein jedes von denselben in einem geringen Grade angezogen. Diese Anziehung ward durchs Hämmern ein wenig verstärkt, selbst bey denjenigen Körnern, bey welchen sie niemals so stark wurde, daß sie die Magnetnadel angezogen hätten.

Wenn es wahr ist, wie diese Versuche außer Zweifel zu setzen scheinen, daß die Kraft, von dem Magnete angezogen zu werden, auch in andern Substanzen, ausser dem Eisen, statt finden kann, so folgt hieraus, daß die Anziehung einiger wenigen Theilchen einer unbekannten Substanz vom Magnete kein sicheres Zeichen der Gegenwart des Eisens sey. Man muß daher bey denjenigen Substanzen, von welchen man bisher geglaubt hat, daß sie Eisentheilchen enthalten, weil sie in einigem Grade vom Magnet angezogen werden, die Sache noch immer für zweifelhaft halten, und darf den Schluß auf die Gegenwart des Eisens unter keiner andern Bedingung zulassen, als wenn sich diejenigen Theilchen, welche durch den Magnet von den übrigen abgesondert werden, durch andere Versuche als Eisen beweisen; denn ob es gleich wahr ist, daß das Eisen allezeit vom Magnet angezogen wird, so folgt doch daraus noch nicht, daß alles, was vom Magnet angezogen wird, Eisen sey.

Viertes Capitel.

Versuche und Beobachtungen über die Anziehung zwischen dem Magnet und eisenartigen Substanzen in verschiedenem Zustande.

Es ist ein sehr ausgemachter Satz in der Lehre vom Magnet, daß weiches Eisen oder weicher Stahl sehr leicht den Magnetismus annimmt aber auch eben so leicht wieder verliert; daß hingegegen harter Stahl diese Kraft schwer annimmt, nachher aber auch lange Zeit beybehält. Die Betrachtung dieser Eigenschaften leitete mich auf die Vermuthung, daß man vielleicht einen weit stärkern künstlichen Magnet, als auf die gewöhnliche Art, erhalten könnte, wenn man ein Stück Stahl glühend zwischen zween Magnetstäbe stellte, und in dieser Lage plötzlich mit kaltem Wasser überschüttete, und dadurch härtete; weil

die Magnetstäbe dem Stahle, wenn er glühete und also weich wäre, sehr viel magnetische Kraft mittheilen würden, und diese Kraft durch das Härten des Stahls in demselben würde fixirt werden.

Um nun diesen Vorschlag wirklich zu probiren, stellte ich in einem länglichen irdenen Gefäße sechs Magnetstäbe so, daß die Nordpole von dreyen den Südpolen der drey übrigen gegenüber standen, beyde Sätze von Stäben aber in parallelen Lagen etwa drey Zoll weit von einander abstanden, welches ohngefähr die Länge des stählernen Stabs war, der magnetisch gemacht werden sollte. Nach diesen Vorbereitungen ward der stählerne Stab völlig glühend gemacht, und in diesem Zustande zwischen die Magnetstäbe gesetzt, auch plötzlich mit kaltem Wasser übergossen, wodurch er so hart ward, daß ihn die Feile nicht mehr angriff. Ich fand hierauf seine magnetische Kraft zwar stark, aber doch nicht außerordentlich. Durch wiederholte Versuche mit stählernen Stäben von verschiedenen Größen, und durch den Gebrauch von mehrern oder wenigern Magnetstäben fand ich, daß kurze stählerne Stäbe durch dieses Verfahren verhältnißmäßig mehr magnetische Kraft erhalten, als längere; daß der Magnetismus in den längern Stäben vornehmlich aus der Ursache nicht so stark werden kann, weil die an ihre Enden gestellten Magnetstäbe sehr wenig auf diejenigen Theile der Stahlstäbe wirken, welche dem Mittelpuncte nahe liegen; daß endlich die Stahlstäbe, wenn man, um dem ebengedachten Fehler abzuhelfen, mehr Magnete um ihre Mitte stellt, gemeiniglich mehr als zween magnetische Pole erhalten.

Im Ganzen scheint zwar diese Methode allein nicht hinreichend, den Stahlstäben einen außerordentlichen Grad von Magnetismus zu ertheilen; sie kann aber doch bey Verfertigung großer künstlicher Magnete von gutem Nutzen seyn. Denn wenn diese Stäbe, anstatt auf die gewöhnliche Art durchs Untertauchen in Wasser gehärtet zu werden, die Härtung sogleich bekommen, indem sie

zwischen zween starken Magneten stehen, so werden sie ohne eine sonderlich weitläuftige Operation sogleich einen beträchtlichen Grad von magnetischer Kraft erhalten. Man wird sie alsdann poliren und ihren Magnetismus auf die gewöhnliche Art durch Bestreichen mit andern Magnetstäben verstärken können; da man sonst eine sehr weitläuftige Arbeit vor sich hat, wenn man große Stäbe von bereits gehärtetem Stahle vom Anfang an, und wenn sie noch gar keine Kraft haben, magnetisch machen soll.

Während dieser Versuche habe ich sehr oft bemerkt, daß es schien, als ob die Stahlstücken, während daß sie glühten, nicht von den Magneten angezogen würden; so daß sie der mindeste Stoß und selbst das Aufgießen des Wassers aus ihrer Lage bringen konnte. Dies kam mir sehr unerwartet, weil einige Schriftsteller behaupten, daß der Magnet das glühende Eisen eben sowohl, als das kalte, anziehe. **Kircher** insbesondere will den Versuch angestellt *) und gefunden haben, daß ein Stück Eisen, welches so stark glühte, daß man es kaum von einer brennenden Kohle unterscheiden konnte, von dem Magnet eben so leicht angezogen ward, als da es kalt war; er giebt sogar eine Ursache an, warum die Kraft eines Magnets durch eine starke Hitze zerstört werde, da doch die Anziehung des Eisens gegen den Magnet durchs Glühen nicht aufhöre. Die Ursache ist nach seiner Meinung diese, daß das Feuer den Magnet verderbe und calcinire, das Eisen aber reinige. Um nun diesen Gegenstand mehr aufzuklären, stellte ich folgende Versuche an.

Ich setzte ein Stück Stahl dem Feuer so lang aus, bis es ganz rothglühend war, und hielt in diesem Zustande den Magnet so dagegen, daß er es zu wiederholtenmalen an verschiedenen Stellen berührte; ich konnte aber nicht eher ein Zeichen einer Anziehung bemerken, als bis die Röthe verschwunden war. Ich verstehe aber hier eine

*) De magnete L. I. P. 2. Theor. 31.

solche Röthe, die man auch bey hellem Taglichte deutlich sehen kann; denn im Dunkeln sieht man die Röthe des Eisens noch immer, wenn auch schon der Magnet angefangen hat dasselbe anzuziehen, wie mir andere Versuche gezeigt haben.

Als ich diesen Versuch mit mehrern Stücken Eisen und Stahl wiederholte, blieb das Resultat immer dasselbe, d. i. so lange das Eisen oder der Stahl völlig rothglühend oder weißglühend blieb, zog es der Magnet nicht an, sondern die Anziehung nahm erst ihren Anfang, wenn der Grad von Röthe, der bey Tage deutlich sichtbar ist, verschwand; und sie war am stärksten, wenn das Eisen noch ein wenig mehr abgekühlet war, als zum gänzlichen Verschwinden der Röthe im Dunkeln nöthig ist. In Absicht auf diese Grenze oder dieses Maximum der Anziehung glaube ich, soviel es die Natur des Versuchs zuläßt, einen Unterschied zwischen Stahl und Eisen bemerkt zu haben, daß nehmlich beym Stahle das Maximum der Anziehung später auf die Verschwindung der Glühröthe folgt, als beym Eisen.

Bey diesem Versuche kommen zwo Veranlassungen zu fehlen vor, welche auch vielleicht den P. **Kircher** irre geführet haben, und die ich um derer willen, welche den Versuch wiederholen wollen, nothwendig anführen muß. Die erste ist, daß ein Stück Eisen von mäßiger Größe, wenn es an einigen Stellen rothglühend, oder gar weißglühend, an andern aber nicht so heiß ist, sehr oft vom Magnet angezogen wird, wenn man gleich nicht gerade die rothglühende Stelle oder Seite gegen denselben hält. Die zweyte Veranlassung zu fehlen giebt der Umstand, daß ein kleines Stück Eisen oder Stahl, z. B. eine gewöhnliche Nähnadel, wenn es glühend gegen den Magnet gebracht und von demselben berührt wird, durch die Berührung an dieser Stelle sogleich abkühlet, und daher angezogen wird. Aus dieser letztern Ursache habe ich auch nicht bestimmen können, ob die Anziehung zwischen

dem Magnet und dem Eisen durch das Roth- oder Weißglühen ganz aufgehoben oder ob sie nur dadurch beträchtlich vermindert wird. Nur dieses einzige kann ich mit Gewißheit sagen, daß ein Magnet ein gewisses Stück Eisen, wenn es roth oder weiß glühet, nicht anzieht, wenn er gleich ein anderes, wenigstens funfzigmal schwereres anzieht, wenn es kalt, oder nicht bis zum Glühen erhitzt ist.

Um diesen Versuch auf eine andre und mehr überzeugende Art anzustellen, erhitzte ich einen großen eisernen Nagel bis zum Weißglühen, und legte ihn in diesem Zustande auf einer irdenen Unterlage, neben den Pol einer Magnetnadel so, daß er nicht in die Richtung der Nadel, sondern neben dieselbe zu stehen kam. Wenn ich nun hiebey genau auf den getheilten Kreis des Compasses Achtung gab, so konnte ich deutlich bemerken, daß die Nadel nicht im geringsten aus ihrer natürlichen Richtung gezogen wurde, so lange der Nagel glühend blieb; so bald aber die Röthe zu verschwinden anfieng, gieng die Nadel auf den Nagel zu, und nach wenigen Secunden stand sie völlig gegen ihn gerichtet.

Ich untersuchte auch, ob hiebey sich einiger Unterschied zwischen natürlichen und künstlichen Magneten äussern würde; aber ich fand meine Erwartung nicht bestätiget.

Um nun diese magnetischen Versuche, welche die Wirkung der Hitze betreffen, weiter zu verfolgen, untersuchte ich nun, was sich ereignen würde, wenn ich den Magnet heiß machte; da aber die Verminderung der Kraft desselben durchs Erwärmen und ihre Verstärkung durchs Abkühlen schon von dem verstorbenen Herrn **Canton** *) beobachtet und beschrieben worden ist, so will ich blos einen einzigen Umstand, welcher vielleicht neu ist, hinzusetzen. Es ist dieser, daß ein künstlicher Magnet, wenn seine Kraft durch die Hitze vermindert worden ist,

*) Philos. Transact. Vol. LI.

dieselbe durchs Abkühlen nicht völlig wieder erlangt; denn ich habe beständig gefunden, daß die Magnete, welche erhitzt worden waren, nach dem Abkühlen niemals wieder soviel Gewicht an Eisen trugen, als sie vorher getragen hatten. Die Hitze, der ich diese Magnete aussetzte, stieg nicht über den Siedpunct. Noch augenscheinlicher ward dieses durch folgenden Versuch bestätiget.

Ich stellte einen Magnetstab in einem irdenen Gefäße in einige Entfernung von dem Südpole der Nadel eines sehr guten Compasses, so daß durch seine Wirkung das Ende der Nadel um einige Grade von dem magnetischen Meridian oder von der vorigen Richtung abgezogen wurde. In dieser Stellung des Apparats ward siedendes Wasser in das Gefäß, worinn sich der Magnet befand, gegossen, worauf die Nadel um $2\frac{1}{2}°$ zurückging. Einige Zeit darauf, da das Wasser ganz kalt geworden war, fand ich zwar die Nadel dem Magnete näher, aber doch nicht so nahe, als sie an demselben stand, ehe das heiße Wasser ins Gefäß gegossen wurde.

Nach diesen Wirkungen der Hitze wünschte ich nun zu untersuchen, was die Zersetzung des Eisens thun würde, und stellte in dieser Absicht ein irdenes Gefäß mit etwa zween Unzen Eisenfeile an das südliche Ende der Nadel des Compasses, wodurch die Nadel ein wenig aus ihrer natürlichen Richtung gezogen ward. Ich bemerkte den nun mehrigen Ort der Nadel, und goß hierauf zuerst etwas Wasser und dann etwas Vitriolsäure auf die Eisenfeile, wodurch ein starkes Aufbrausen mit häufiger Entbindung von brennbarer Luft entstand. Bald nach dem Anfange des Aufbrausens bemerkte ich mit Verwunderung, daß die Spitze der Nadel dem Gefäße näher kam, welches zeigte, daß die Anziehung zwischen der Nadel und der Eisenfeile durch die Wirkung der Vitriolsäure auf die letztere verstärkt worden sey, ob man gleich gerade das Gegentheil hievon hätte vermuthen sollen. Denn wenn man bedenkt, daß die Kraft des Magnets durch die Hitze geschwächt wird, und daß glühendes

Eisen fast gar keine oder doch nur eine äusserst geringe Anziehung gegen den Magnet zeiget, so sollte man eher schließen, daß die Wirkung der Vitriolsäure aufs Eisen die Anziehung sogleich vermindern müsse, wozu noch der andere starke Grund kömmt, der sich aus der Dephlogistication des Eisens beym Aufbrausen hernehmen läßt. In der That zeigte es sich auch bald darauf, als die Heftigkeit des Aufbrausens und mithin auch die Entbindung der brennbaren Luft schwächer ward, und besonders zuletzt, da das Aufbrausen kaum mehr merklich war, daß die Nadel weiter von dem Gefäße mit der Eisenfeile abstand, als vorher, ehe die Vitriolsäure hinzukam. Diese Verminderung der Anziehung kömmt zuverläßig von nichts anderm, als von dem Verluste des Phlogistons her; denn es ist sehr bekannt, daß das Eisen vom Magnet immer weniger angezogen wird, je mehr es sich dem Zustande der Verkalchung nähert.

Da man sich auf einen einzelnen Versuch nicht verlassen darf, indem dabey durch manche Nebenumstände Fehler veranlasset werden können, so wiederholte ich diesen Versuch mit großer Vorsicht, und sorgte dafür, daß die Nadel und der übrige Theil der Geräthschaft durch nichts erschüttert werden konnten; der Erfolg war aber fast der nemliche, indem die Anziehung zwischen der Eisenfeile und der Nadel im ersten Anfange durch die Wirkung der Vitriolsäure verstärkt wurde.

Um mich zu versichern, daß diese Wirkung nicht von der beym Aufbrausen erzeugten Hitze herkomme, stellte ich das Gefäß mit der Eisenfeile, wie vorher, neben die Magnetnadel, und goß etwas siedendes Wasser auf die Feilspäne, wodurch sie weit mehr erhitzt wurden, als durch die verdünnte Vitriolsäure konnte geschehen seyn; aber die Magnetnadel ward dadurch nicht im mindesten aus ihrer vorigen Richtung gebracht.

Hiernächst verfiel ich auf den Verdacht, ob nicht das Aufbrausen die Eisenfeile so könnte in Bewegung setzen

haben, daß eine größere Anzahl Feilspäne auf die gegen die Magnetnadel gekehrte Seite des Gefäßes gekommen sey. Um nun diesem Einwurfe zu begegnen, wiederholte ich den Versuch mit einem großen Stücke Stahldrath, der in verschiedenen Richtungen zusammen gewunden ward, so daß er in das Gefäß hineingieng; wobey denn das Metall die Säure mit einer Fläche von genugsamer Größe berührte, und dennoch durch das Aufbrausen nicht bewegt werden konnte. Der Erfolg war aber eben so, wie bey der Eisenfeile, d. i. die Anziehung ward durch die Wirkung der Säure auf den Drath verstärkt. Die nähern Umstände bey diesem Versuche waren folgende.

Etwa sechs Yards reiner Stahldrath, etwas weniger als $\frac{1}{7}$ Zoll im Durchmesser wurden in verschiedenen Richtungen gewunden in ein irdenes Gefäß gebracht, und dasselbe ward neben das südliche Ende der Magnetnadel gestellt, welches davon aus seiner natürlichen Richtung, nemlich von 281° auf 280° gezogen ward. Nach hinzugegossener Vitriolsäure fieng ein starkes Aufbrausen an, und die Nadel kam auf 279° 47'. Etwa fünf Minuten darauf stand sie auf 279° 35'; und wiederum nach fünf Minuten auf 279° 30'. Kurz nach dieser Beobachtung schien sie dem Gefäße noch um etwas weniges näher zu kommen. Hier ward der Versuch unterbrochen; und da man das Gefäß wegnahm, kam die Nadel in ihre ursprüngliche Lage, d. i. auf 281° zurück, zum Beweise, daß die während des Versuchs wahrgenommene Veränderung der Wirkung der Säure auf den Stahl und keiner andern Ursache zuzuschreiben sey.

Den Drath fand ich bey der Untersuchung bloß an der Oberfläche angegriffen, und noch gar nicht weit zerfressen. Ich hatte daher die Neugier, denselben Drath noch einmal zu versuchen, und stellte ihn also in dem vorigen Gefäße wieder neben die Magnetnadel, die er aus ihrer natürlichen Richtung von 281° bis 280° zog. Nachdem ich die Säure aufgegossen hatte, kam die Nadel näher,

eben so, wie beym vorigen Versuche; bald darauf stand sie auf 279° 30′, da ich das Gefäß wegnahm, weil ich nicht Gelegenheit hatte, der Versuch länger fortzusetzen.

Beym Abgießen des Liquors aus dem Gefäße schien der Drath noch nicht sehr angegriffen. Ich stellte also das Gefäß aufs neue neben die Nadel, so daß es dieselbe ein wenig anzog, und goß siedendes Wasser auf den Drath. Hiedurch entstand ein sehr starkes Aufbrausen, und die Nadel ward zugleich wieder stärker angezogen. Dieser Versuch zeigte, daß von der verdünnten Säure, ob sie gleich abgegossen war, dennoch so viel am Drathe anhängend zurück geblieben sey, daß dadurch mit Hülfe der Siedhitze das Aufbrausen hatte erneuert werden können.

Aus allem diesen erhellet, daß die Wirkung der Vitriolsäure auf Eisen oder Stahl die Anziehung gegen den Magnet verstärkt; daß diese Verstärkung eine Grenze hat, über welche hinaus die Wirkung wieder schwächer wird, und daß diese Grenze früher erreicht wird, wenn man Eisen, als wenn man Stahl gebraucht, ob ich gleich über diesen letzten Umstand nicht ganz gewiß bin, weil bey den bisher angestellten Versuchen die Verschiedenheit in der Größe und Gestalt des Eisens oder Stahls einen beträchtlichen Unterschied veranlasset haben kann.

Es war ganz natürlich, nunmehro die Wirkung der andern Säuren auf Eisen und Stahl zu untersuchen; ich stellte daher den oben erwähnten Versuch mit dem Stahldrathe aufs neue, jedoch mit Salpetersäure anstatt des Vitriolöls an. Der Erfolg war, daß die Anziehung zwischen der Magnetnadel und dem Drathe verstärkt ward, wiewohl nicht so sehr, als beym Gebrauch der Vitriolsäure. Das Maximum der Anziehung schien auch bey der Salpetersäure früher zu kommen, als bey der Vitriolsäure; und nach Erreichung dieser Grenzen nahm die Anziehung im ersten Falle weit schneller als im letztern ab, welches augenscheinlich davon herrührt, daß das Metall von der Salpetersäure weit leichter als von der Vitriolsäure dephlogisticirt und aufgelöset wird.

Endlich versuchte ich auch die Salzsäure; aber aller gebrauchter Vorsicht ungeachtet, konnte ich allezeit nur ein sehr geringes Ausbrausen hervorbringen, welches auf die Magnetnadel nicht im mindesten wirkte. — Es scheint also ein starkes Ausbrausen nöthig zu seyn, wenn die Anziehung zwischen dem Magnet und dem Eisen oder Stahl verstärkt werden soll.

Fünftes Capitel.

Vermischte Versuche nebst einigen Gedanken über die Ursache der Variation der Magnetnadel.

Der folgende Versuch wird zeigen, daß eine äusserst geringe Quantität Eisen einen Körper fähig machen kann, vom Magnet merklich angezogen zu werden. Ich hatte ein Stück Türkis ausgesucht, welches ungefähr eine Unze wog, untersuchte dasselbe mit einer sehr empfindlichen Magnetnadel, und fand daran nicht das mindeste Merkmal einer Anziehung, indem die Nadel durch keinen Theil von der Oberfläche des Steins im mindesten aus ihrer natürlichen Richtung gebracht wurde. Hierauf wog ich ein Stück Stahl auf einer Wage, welche den zwanzigsten Theil eines Grans angab, und bestrich alsdann die Oberfläche des Steins mit diesem Stahle in verschiedenen Richtungen. Ich wog nunmehr den Stahl aufs neue, und fand seinen Verlust an Gewicht so gering, daß ihn diese Wage nicht anzugeben im Stande war; dennoch wirkte nunmehr der Stein, ob er gleich nur diese äusserst geringe Quantität Stahl an sich genommen hatte, sehr merklich auf die Magnetnadel.

Die Chymie hat kein Mittel, eine so geringe Quantität Eisen in einem Körper, der nur eine Unze wiegt, mit bestimmter Gewißheit zu entdecken. Wenn man also gleich durch chemische Methoden kein Eisen in einem Körper, welcher die Magnetnadel anziehet, finden kann, so darf man dennoch nicht gleich schließen, daß der Magnetismus desselben nicht von

einigem in seiner Substanz versteckten Eisen herrühren könne.

Bey Untersuchung des Magnetismus, welchen das Eisen durch das bloße Aufstellen aus der Erde annimmt, in Stangen von verschiedener Länge, fand ich in denselben allezeit nur zween Pole, selbst wenn die Stangen auf zwanzig Fuß lang waren; die eine Hälfte der Stange hatte allemal die eine, und die andere Hälfte die entgegengesetzte Polarität. Bisweilen fand ich zwar mehr als zween Pole, aber dann war die Stange nicht von gleichförmiger Beschaffenheit, und die Pole konnten durch eine umgekehrte Stellung der Stange nicht leicht umgekehrt werden.

Ich will zu dieser Erzählung des Resultats meiner Versuche noch einige Gedanken über die Anwendung dieser Beobachtungen auf die Erklärung der Variation der Magnetnadel beyfügen.

Dieses wunderbare Phänomen hat seit seiner ersten Entdeckung viele geschickte Naturforscher beschäftiget; man hat auch mancherley Hypothesen entworfen, nicht allein um die Sache selbst zu erklären, sondern auch um die zukünftigen Variationen in verschiedenen Weltgegenden vorherzusagen. Ich habe nicht nöthig, meine Leser mit einer umständlichen Geschichte dieser Hypothesen aufzuhalten; es ist genug dies einzige im Allgemeinen zu bemerken, daß keine dieser Hypothesen auf ausgemachten Gründen beruht, und keine dieser Voraussagungen eingetroffen ist. Die Meinung, daß ein großer Magnet in dem Körper der Erde eingeschlossen sey, und gegen die äussere Schale oder Rinde der Erdkugel seine Stelle verändere; die Voraussetzung von vier beweglichen magnetischen Polen innerhalb der Erde; die Hypothese einer zum Theil innerhalb und zum Theil ausserhalb der Erdfläche befindlichen magnetischen Kraft, so wie viele andere Hypothesen über eben diesen Gegenstand, sind nicht allein ohne alle Bestätigung durch wirkliche Erfahrungen, sondern scheinen nicht einmal der Analogie der übrigen Naturwirkungen übereinstimmend zu seyn. Der

verstorbene **Canton**, Mitglied der königlichen Societät der Wissenschaften, war der erste, der es unternahm, die tägliche Veränderung der Magnetnadel durch die Erwärmung und Abkühlung der magnetischen Körper in den verschiedenen Theilen der Oberfläche der Erde zu erklären, nach der von ihm zuerst gemachten Bemerkung, daß die Wirkung des Magnets auf die Nadel durchs Erwärmen geschwächt und durchs Abkühlen verstärkt werde.

Wenn man **Canton's** vortrefliche Methode befolgen, und die Naturerscheinungen aus wirklich beobachteten Eigenschaften erklären will, so ist meiner Meinung nach die von diesem Naturforscher wahrgenommene Verstärkung und Verminderung der magnetischen Anziehung durchs Abkühlen und Erwärmen des Magnets, nebst dem Resultate meiner im vorigen Capitel beschriebenen Versuche vollkommen hinreichend, um daraus die Variation der Magnetnadel überhaupt zu erklären.

Wenn wir alle bisher durch die Erfahrung bestätigte Ursachen, welche die Anziehung zwischen magnetischen Körpern verstärken oder vermindern können, zusammen stellen, so finden wir, daß die Anziehung zwischen Magnet und Eisen, oder zwischen zween Magneten durch Abkühlen, durch Wiederherstellung des Eisens, oder durch Phlogistication seines Kalks, und unter gewissen Einschränkungen durch die Wirkung der Säuren auf das Eisen, verstärkt, hingegen durchs Erwärmen und durch die Zersetzung des Eisens geschwächt, und endlich aller Wahrscheinlichkeit nach durch einen sehr großen Grad von Hitze gänzlich aufgehoben wird.

Diese richtigen Sätze vorausgesetzt, betrachte man folgendes. Erstens, daß nach unzählbaren Beobachtungen und täglichen Erfahrungen die Erde fast überall eisenartige Substanzen in verschiedenem Zustande und von verschiedener Größe enthält; Zweytens, daß die Magnetnadel

von allen diesen Körpern angezogen, und ihre Richtung durch die Summe aller dieser Anziehungen bestimmt, folglich nach dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte aller Anziehungen gelenkt werden muß. Drittens, daß sich dieser Mittelpunkt der Anziehungen verändern muß, so oft einige dieser Körper weggenommen werden, und so oft der Grad ihrer Anziehung auf der einen Seite des magnetischen Meridians stärker als auf der andern verändert wird, daher denn auch in allen diesen Fällen eine Veränderung in der Richtung der Nadel, d. i. eine Variation derselben erfolgen muß. Endlich, daß solche Veränderungen der Anziehung eisenartiger Körper in der Erde ohne allen Zweifel wirklich statt finden müssen, wegen der unregelmäßigen Erwärmung und Abkühlung der Theile der Erde, wegen der Wirkung der Vulkane, welche große Massen von eisenartigen Substanzen zersetzen oder sonst verändern, wegen der Erdbeben, welche eisenartige Körper von ihren vorigen Stellen hinwegführen, und man kann noch hinzusetzen, durch das **Nordlicht**; denn ob wir gleich von der Ursache dieses sonderbaren Phänomens fast gar nichts wissen, so ist es doch gewiß, daß die Magnetnadel sehr oft ihre Richtung ändert, wenn ein starkes Nordlicht erscheint.

Da nun diese Ursachen nothwendig auf die Magnetnadel wirken müssen, auch wirksam genug sind, um zur Erklärung der Variation hinzureichen, so hat man wohl nicht nöthig, zu andern bloß hypothetischen und durch keine wirkliche Erfahrung bestätigten Ursachen seine Zuflucht zu nehmen.

Um diese Erklärung der Variation durch ein leichtes Beyspiel zu erläutern, machte ich folgenden Versuch. — Ich stellte vier irdene Gefäße um die Magnetnadel herum, zwey bey dem Süd- und zwey bey dem Nordpole, aber nicht in gleichen Entfernungen. In eines dieser Gefäße legte ich einen natürlichen Magnet, in das zweyte einige kleine Späne von magnetischem Stahl mit Erde ver-

mischt, in jedes der beyden übrigen etwa vier Unzen Eisenfeile. Diese Anstalten ließ ich etwa eine halbe Stunde lang ruhig stehen, wobey die Nadel unverändert blieb. Hierauf rührte ich die magnetischen Stahlspäne und die Erde mit einem Stäbchen um, wodurch die Nadel sogleich in Bewegung gerieth. Ferner goß ich auf die Eisenfeile in dem einen Gefäße etwas verdünnte Vitriolsäure, deren Wirkung die Nadel ein wenig gegen dieses Gefäß zog; indem dieselbe aber noch in dieser Lage sich befand, goß ich ebenfalls Vitriolsäure auf die Eisenfeile des auf der andern Seite stehenden Gefäßes, wodurch die Nadel wieder in ihre vorige Richtung zurück kam. Indeß das Aufbrausen in beyden Gefäßen noch fortdaurete, erhitzte ich den Magnet im ersten Gefäße mit siedendem Wasser, welches wiederum eine neue Veränderung in der Richtung der Magnetnadel veranlassete. So ward durch Veränderung des Zustandes der eisenartigen Substanzen in den Gefäßen die Richtung der Nadel verändert, und dadurch die natürliche Variation augenscheinlich nachgeahmt.

Anhang.

Brief des D. Lorimer an den Verfasser.

Mein Herr,

Sie melden mir, daß Sie in ihre neue Schrift vom Magnete, bey der Abweichung der Magnetnadel, die Ihnen von mir mitgetheilten vier allgemeinen Fälle eingerückt haben, welche aus jeder angenommenen möglichen Stellung der magnetischen Pole folgen, vorausgesetzt, daß die Erde ein großer und gleichförmiger natürlicher Magnet ist. Ich wünschte, daß Sie dabey, als ein Beyspiel des letzten und wichtigsten Falles, den wirklichen Zustand der magnetischen Abweichung für die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts hinzugesetzt hätten, so wie ich denselben vor etwa zwanzig Jahren aus den besten Beobachtungen, die ich damals erhalten konnte, zusammengetragen und aufgesetzt habe. Aber vorjetzt würde dieser Aufsatz für den Abdruck Ihres Werks zu spät kommen, und bey weiterer Ueberlegung bin ich auch der Meinung, daß es noch besser seyn würde, wenn entweder Sie selbst, oder sonst jemand von den gelehrten Mitgliedern der königlichen Societät die Mühe übernähme, die magnetischen Beobachtungen zu vergleichen, welche auf den verschiedenen auf Befehl Sr. Majestät, des jetzt regierenden Königs, angestellten Reisen gemacht worden sind; und wenn man daraus mit Zuziehung anderer Hülfsmittel eine allgemeine Karte, wie die Halleyische, für die gegenwärtige Zeit herausgäbe. Dies würde nicht nur ein wichtiges Geschenk für unsere neuern Seefahrer seyn, sondern auch um einen sehr wesentlichen Schritt näher zur Erklärung dieses sonderbaren und interessanten Gegenstandes führen.

Es ist sehr merkwürdig, daß Capitain Cook auf seiner zweyten Reise, als er die Linie der Declination Null, welche durch Neuholland geht, durchkreuzte, die Abweichung seiner Compasse binnen zween Tagen um 14° verändert fand. Auch war auf seiner letzten Reise, ob sie sich gleich nicht so weit nach Süden erstreckte, die Veränderung der Abweichung im Verhältniß mit dem Abstande der Orte in der Gegend dieser Linie größer, als gewöhnlich. Die Inclinationsnadel zeigte ebenfalls einen beträchtlichen Grad der Neigung auf dieser Linie. Kurz man sieht aus mehrern Betrachtungen, daß, wenn die Erde die gewöhnlichen Eigenschaften eines natürlichen Magnets mit zween Polen hat, der eine von diesen Polen in dieser Linie liegen müsse, und daß man ihn, wenn auch nicht unter 60° Breite, wie Herr **Euler** glaubt, doch nicht weit vom siebzigsten Grade zu suchen habe. Wenn es daher möglich wäre, unter 70° südlicher Breite, oder noch darüber hinaus zu schiffen, und man um den Meridian der Botany-bay zuerst östliche Abweichung suchte, dann aber so lange westwärts gienge, bis die westliche Abweichung merklich würde; und wenn man zu gleicher Zeit eine Inclinationsnadel am Bord hätte, welche ohne viele Arbeit die magnetische Neigung zur See mit leidlicher Genauigkeit zeigte *), nebst etwa hundert Stück Gewichten von weichem Eisen und einer guten Wage, so müßte man dadurch gewiß einige merkwürdige Entdeckungen machen.

Der gelehrte Herr **von Maupertuis** erwähnt in seinem an den verstorbenen König von Preussen gerichteten Briefe über den Fortgang der Wissenschaften unter andern merkwürdigen Gegenständen auch eine anzustellende Reise nach Norden, und setzt hinzu, daß dabey auch die Phänomene des Magnets an der Stelle selbst

*) Man s. die Beschreibung der Inclinationsnadel des D. Lorimer, aus den Philos. Transact. LXV. oben Seite 104. und ferner.

beobachtet werden könnten, von welcher man ihren Ursprung insgemein herleitet. Aber eine solche Reise stand nicht in der Gewalt Friedrichs des Großen. Unser jetzt regierender König ist es, dem die Welt dergleichen edle, ausgebreitete und uneigennützige Unternehmungen auf immer verdanken wird. Da man aber allen Zugang zum Nordpole durch die Reisen des Lord Mulgrave und des Capitain Cook unmöglich gefunden hat, so bleibt jetzt nichts weiter übrig, als die Möglichkeit eines Zugangs zum magnetischen Südpole zu untersuchen, welche aus den bereits angeführten Gründen nicht unwahrscheinlich ist, wofern der Versuch mit der gehörigen Einsicht angestellet wird. Zugleich übersende ich Ihnen einige wenige flüchtige Bemerkungen über die Abweichung, die ich allezeit als den wichtigsten und merkwürdigsten Theil der Lehre vom Magnet angesehen habe. Wollen Sie dieselben in einem Anhange zu ihrer Schrift bekannt machen, so müssen sie sie nicht als vollständig oder untrüglich ansehen. Ich will bloß diese Gelegenheit benützen, um zu fernern Untersuchungen über diesen wichtigen Gegenstand aufzumuntern; vielleicht kann ich bey einer folgenden Auflage des Buchs etwas mehr befriedigendes mittheilen. Ich bin x. x.

J. Lorimer.

Anmerkungen.

1. Die Linie der Declination Null, welche ich die **Atlantische** nennen will, scheint ihren Ursprung von dem magnetischen Nordpole zu nehmen, und durchschneidet verschiedene Meridiane in der Richtung gegen Südost; sie ahmt die Gestalt des Buchstabens S nach, geht durch das feste Land von Nordamerika, tritt nordwärts von Charles-Town in den atlantischen Ocean, und geht so gegen den Südpol fort. Auf der Westseite dieser Linie ist die Abweichung östlich, und auf der Ostseite westlich.

Diese westliche Abweichung nimmt nach und nach zu, je weiter man ostwärts fortgehet, bis man über das Vorgebirge der guten Hofnung hinauskömmt, oder bis ohngefähr in die Mitte zwischen der atlantischen und der ostindischen Linie der Declination Null, wo sie unter 48° südlicher Breite auf 31° steigt, und von da aus bis zur ostindischen Linie sehr regelmäßig wieder abnimmt.

Ostwärts von dieser Linie der Declination Null nimmt die östliche Declination wieder sehr schnell zu, bis man ostwärts von Neuseeland kömmt, wo sie in eben der Breite auf 13° steigt; von hier aus weiter ostwärts scheint sie etwa auf 40° der Länge weit wieder abzunehmen, wächst aber hernach bis wieder ostwärts von Cap Horn, wo sie unter 51° südlicher Breite auf 21° 28' steigt, und dann bis an die vorgedachte atlantische Linie der Declination Null nach und nach wieder abnimmt. Aus allem diesen erhellet, daß diese Beobachtungen ziemlich genau mit dem vierten Falle unter denen, die ich Ihnen vor einiger Zeit übersendet habe, übereinstimmen, ausgenommen was das Abnehmen der östlichen Abweichung ostwärts von Neuseeland betrift. Wenn man aber auch nicht annehmen will, daß die große Menge Wasser im stillen Meere, welche doch gar keine magnetischen Eigenschaften haben kann, die Ursache dieser Unregelmäßigkeit ist; so kann doch auch an sich schon nicht erwartet werden, daß die festen Theile der Erdkugel durchaus so gleichförmig magnetisch seyn sollten, daß die Erfahrung überall mit der Berechnung übereinstimmen müßte.

2. Die Magnetnadel weicht nicht allein an verschiedenen Orten der Erde zu einerley Zeit verschiedentlich vom Nordpunkte ab: sondern es verändert sich auch diese Abweichung an einerley Orte zu verschiedenen Zeiten: ich würde also dieses letztere von der **Abweichung** unterscheiden, und es die **Variation** der Magnetnadel nennen.

3. Zu London und Paris, wo die genausten Beobachtungen angestellt worden sind, war die Abweichung gegen das Ende des sechszehnten Jahrhunderts (frühere Beobachtungen haben wir nicht) zwischen 11 und 12° östlich, und nahm nach und nach ab, so daß nach weniger als hundert Jahren gar keine Abweichung mehr an diesen Orten bemerkt ward. Vom Jahre 1657 zu London, und von 1666 zu Paris, fieng eine westliche Abweichung an. Diese hat seitdem immer zugenommen, wiewohl nicht gleichförmig oder in directem Verhältnisse der Zeit; denn die magnetische Abweichung ist von der Beschaffenheit, daß sie, wie die scheinbare Bewegung der Planeten, bisweilen schneller, bisweilen langsamer geht, zu gewissen Zeiten auch ganz still steht, auch so, wie die Elongation der untern Planeten, wechselsweise einmal nach Osten und das anderemal nach Westen geht.

Es ist ferner zu bemerken, daß die gleichnamigen Abweichungslinien, eine nach der andern, allezeit nach London um einige Jahre früher, als nach Paris, gekommen sind. Eben diese Bemerkung ist auch in andern Gegenden der nördlichen Halbkugel gemacht worden: d.i. die Halleyischen Linien sind durch die westlichern Orte früher, als durch die östlichern gegangen. Denn am Ende des 16ten und zu Anfange des 17ten Jahrhunderts war die Abweichung an den meisten Orten in Europa östlich; hingegen an der Küste von Nordamerika war sie mehrentheils westlich; weil damals die Linie der Declination Null in der Gegend der azorischen Inseln lag. Diese Linie ist seitdem immer mehr gegen Osten gerückt, und es sind die Linien der östlichen Declination vor ihr hergegangen, die der westlichen aber gewöhnlich ihr nachgefolget.

4. In der südlichen Halbkugel hingegen verhält es sich ganz anders; denn um das Ende des 16ten Jahrhunderts gieng eine Linie der Declination Null bey dem Vorgebirge der guten Hofnung vorbey, an deren östlicher Seite eine westliche und an der westlichen eine östliche Ab-

weichung statt fand. Jede dieser Abweichungen sowohl auf der Ost- als auf der Westseite, nahm nach und nach bis auf einen gewissen Grad zu, dann aber eben so ab bis auf Null, welches ostwärts von der ostindischen Insel Java statt fand.

Vorjetzt (im Jahre 1775) ist die Abweichung im stillen Meere nicht so vollständig bestimmt worden; wir finden nur überhaupt, daß sie an den meisten Orten dieses weitausgebreiteten Weltmeeres östlich ist. Die Linie der Declination Null, welche damals ein wenig ostwärts vom Vorgebirge der guten Hofnung lag, hat sich seitdem immer gegen Abend bewegt, und die Linien der östlichen Abweichung sind dabey immer vor ihr hergegangen, die der westlichen aber sind mit verhältnißmäßiger Geschwindigkeit nachgefolget; so daß man auf dem Vorgebirge der guten Hofnung nunmehro eine beträchtliche westliche Abweichung (von 22°) findet, und die Linie der Declination Null schon mehrere Grade weiter westwärts liegt.

5. Man sieht also aus den vorhergehenden Beobachtungen deutlich, daß die Halleyischen Abweichungslinien in der südlichen Halbkugel von Morgen gegen Abend, in der nördlichen hingegen von Abend gegen Morgen fortrücken; und hiebey muß ich vorjetzt die Bemerkungen über diesen Gegenstand abbrechen.

Ich will nur noch dies einzige bemerken, daß ich mir zwar bey Behandlung dieser Materie alle Mühe gegeben habe, die Art, auf welche der Magnetismus in der Erde wirkt, zu erklären; allein, wenn man nur den vorhin gedachten Schlußsatz annimmt, daß die Bewegung der Abweichungslinien in der nördlichen Halbkugel beständig von Abend nach Morgen, in der südlichen hingegen von Morgen nach Abend gerichtet ist, so ist diese Entdeckung schon eben so nützlich zur Verzeichnung, Berichtigung und Beurtheilung unserer künftigen Abweichungs- und Variationskarten, und für die Bedürfnisse der Schiffahrt eben so hinreichend, als wenn wir vollkommen mit der ersten Ursache aller magnetischen Erscheinungen bekannt wären.

Register.

A.

Abendweite eines Gestirns, was sie sey, 151 — wie man sie bestimme, 152, 154.
Abweichung der Magnetnadel, was sie sey, 28. — kömmt nicht von der Unvollkommenheit der Nadel her, 30. — Entdeckung derselben, 30. — Verzeichniß der Abweichungen an verschiedenen Orten, 32. — in London, 34. — östliche oder westliche, 32. — wie man sie bestimme, 156. — Abweichungslinien, 203.
Abweichungskarte, was sie sey, 69. — D. Halley's, 70. — der Herren Mountaine und Dodson, 69.
Aequator eines Magnets, 25.
Agathüte zu Magnetnadeln, Beschreibung derselben, 90.
Anziehung der Schwere, 11. des Zusammenhangs, 12. — chymische, 12. — elektrische, 12.
Anziehung, magnetische, 2, 11, 12. — findet statt zwischen den ungleichnamigen Polen der Magnete, 2, 3. — ist nach den Umständen verschieden, 12 u. ff. — wenn sie am stärksten sey, 13. — ist wechselseitig zwischen Magnet und Eisen, 12. — das Gesetz ihres Abnehmens ist noch nicht bestimmt, 14. — sie leidet nichts durch Dazwischenkunft anderer Körper, das Eisen ausgenommen, 20. — wie man sie verstärke oder schwäche, 21, 132. — in der nördlichen Halbkugel ist sie am Nordpole der Magnete am stärksten, 21. — sie wird stärker, wenn man Eisen an den andern Pol anbringt, 22. — ist in kleinen natürlichen Magneten verhältnißmäßig größer, als in großen, 22. — zwischen dem Magnet und andern Körpern, 41. — wie man sie zwischen dem Magnet und andern Körpern bestimme, 109. — zwischen dem Magnet und Messing, 172. — ist kein sicheres Merkmal einer Gegenwart des Eisens, 187. — wird durch die Wirkung der Säuren auf das Eisen verstärkt, 192 u. ff.
Armatur eines Magnets, was sie sey, 23. — ihre Einrichtung, 162. — verstärkt die Kraft des Magnets, 163.
Axe eines Magnets, 25.
Azimuth eines Gestirns, was es sey, 96. — wie man es bestimme, 153. 155.
Azimuthal-Compaß, was er sey, 96. — Beschreibung desselben, 100. Gebrauch, 153.

B.

Begriffe, irrige vom Magnetismus, 62.
Beobachtungs-Compaß, 105.
Bley, dessen Kalch wird vom Magnet angezogen, 44.

Register.

C.

Compaß, s. See-Compaß.
Culminirender Punkt, was er sey, 54. — Gesetze, denselben betreffend, 55. 133.

D.

Declination, s. Abweichung.
Doppelter Strich, 146.

E.

Edelsteine, einige derselben werden vom Magnet angezogen, 45.
Einfacher Strich, 146.
Eisen, wird vom Magnet angezogen, 2, 12. — diese Anziehung ist wechselseitig, 12. — Erze desselben, 4. — Naturgeschichte desselben, 4. — specifische Schwere, 4. — Roheisen, 6. — Stangeneisen, 6. — rothbrüchiges, 6. — kaltbrüchiges, 6. — läßt sich verkalchen, 8. — weiches wird stärker angezogen, als eisenartige Körper, 13. — wird mit verschiedner Stärke in seinen verschiedenen Zuständen angezogen, 42, 187. — auch nach seiner verschiedenen Größe, 43. — weiches behält den Magnetismus nicht lange, 47. — wird durch die Stellung magnetisch, 48. — sein Gewicht wird durchs Magnetisiren nicht verändert, 57. — wird magnetisch, wenn es lang in einerley Lage bleibt, 51. — nimmt den Magnetismus aus der Erde an, 135. — glühend wird es nicht vom Magnet angezogen, 189. — Wirkungen bey dessen Zersetzung, 192. — wird in äusserst geringen Quantitäten schon angezogen, 197.
Eisenartige Substanzen, was hier darunter verstanden werde, 9. — werden magnetisch, wenn sie in den Wirkungskreis eines Magnets kommen, 18.
Eisenerze, 4.
Eisenfeile, Wirkung des Magnets auf dieselbe, 113.
Elektricität erzeugt Magnetismus, 52, 164. — ihre Aehnlichkeit mit dem Magnetismus, 77.
Elektrische Körper, 79.
Erde, als ein großer Magnet betrachtet, 38. — Beweiß ihres Magnetismus, 48. — Hypothese über ihren Magnetismus, 66. — Muthmaßung über denselben, 71.
Erden, werden vom Magnet angezogen, 45.
Erhitzung des Magnets, eine Bemerkung darüber, 191.

F.

Feinbrenner-asche, 6.

G.

Gold, ist nicht magnetisch, 184.

H.

Härten des Stahls, 7, 8.
Heracleischer Stein, 1.
Hitze, vermindert die Anziehung zwischen Magnet und Eisen, 189, 190, 191.
Hüte zu Magnetnadeln, von Messing, 90. — von Agat, 90.
Hufeisenförmige Magnete, 23.

J.

Inclinationsnadel wird beschrieben, 102. — ihr Gebrauch, 157. — ihre Mängel, 158.
Indifferenzpunkte, was sie sind, 54. — Gesetze, dieselben betreffend, 55, 133.
Instrumente, s. Werkzeuge.

K.

Karte, magnetische, s. Abweichungs-Karte.
Kobalt, wird vom Magnet angezogen, 44. — eine Sorte desselben wird zurückgestoßen, 44.
Kupfer ist nicht magnetisch, 183.

L.

Leiter zu künstlichen Magneten, 89.

M.

Magnet, künstlicher, was er sey, 1. — allgemeine Methode der Verfertigung, 47, 50, 135. — lassen sich nach den gewöhnlichen Begriffen auch ohne Zuthun eines andern Magnets verfertigen, 48. — worauf man bey ihrer Verfertigung Achtung zu geben hat, 59. — Canton's Methode, sie zu verfertigen, 141. — krumm gestaltete zu verfertigen, 146. — wie sie zu armiren sind, 162. — Untersuchung einer neuen Methode ihrer Verfertigung, 187, 188.
Magnet, natürlicher was er sey, 1, 10. — Ursprung des Namens, 1. — seine characteristischen Eigenschaften, 1, 2. — seine Abweichung, 2. — zieht das Eisen an, 2, 41. — zieht andere Magnete an und stößt sie ab, 2, 3. — seine Farbe, 11. — seine Härte, 11. — wo er gefunden wird, 11. — die Hitze schwächt seine Kraft, 21. — verliert nichts von seiner Kraft durch die Mittheilung an andere Körper, 50. — kann nicht mehr Kraft mittheilen, als er selbst besitzt, 50. — seine Kraft wird durch eine unschickliche Stellung geschwächt, 58. — seine Wirkung auf magnetische Körper, 127. — hat oft mehr, als zween Pole, 24. — warum er weiches Eisen stärker, als andere eisenartige Körper, anzieht, 126.

Magnetische Eigenschaften überhaupt, 1. — Pole, 2. — Polarität, 2. — Nadeln, 2. — Meridian, 2. — Anziehen und Abstoßen, 2, 3, 11.
Magnetische Linie, 39.
Magnetische Werkzeuge, s. Werkzeuge.
Magnetismus, mitgetheilter, 18, 47. — erfordert eine gewisse Zeit, um sich dem harten Eisen u. s. w. mitzutheilen, 50. — theilt sich durch Reiben des Eisens an Stahl nicht allezeit mit, 61. — seine Aehnlichkeit mit der Elektricität, 77. — wird dem Eisen aus der Erde mitgetheilt, 135, 138. leichte Methode, ihn einem kleinen Stücke Stahl mitzutheilen, 140. — wie man ihn mittelst zweener Magnetstäbe mittheile, 144. — Mittheilung mittelst eines einzigen magnetischen Pols, 147. — Mittheilung durch die Elektricität, 52, 164. — erfordert einige Zeit, ehe er durch ein Stück Eisen dringt, 165. — wird durch Beugen in einem Drathe geschwächt und aufgehoben, 166. — gespaltener Dräthe, 167.
Magnetnadel, ihre Abweichung, 2. — ihre Neigung, 3. — ihre verschiedenen Einrichtungen, 89. — beste Art der Aufhängung, 90. — unrichtige Art ihrer Verfertigung, 91. — Aufhängung derselben ohne Durchbohrung, 91. — chinesische Art der Aufhängung, 91 — ihre Einrichtung zum Variationscompaß, 93. — Beschreibung einer Universalnadel, 104. — worauf man bey ihrer Verfertigung zu sehen habe, 94. — Beschreibung der Inclinationsnadel, 102. — des Verfassers Art, sie aufzuhängen, 168.
Medicinische Eigenschaften des Magnets, sind ungegründet, 63.
Meridian, magnetischer, 2, 25.
Messing, Untersuchung seines Verhaltens gegen den Magnet, 172. — Bemerkungen über den Magnetismus desselben, 180. — Vorsicht bey dessen Gebrauch, 182.
Metallische Mischungen, gewisse, sind nicht magnetisch, 183.
Mineralien, erdartige werden vom Magnet angezogen, 45. — entzündliche, werden vom Magnet angezogen, 45.
Mittelpunkt, magnetischer, was er sey, 56. — dessen Entstehung und Bewegung, 128. — Aufhebung, 135.
Morgenweite eines Gestirns, was sie sey, 151. — wie man sie bestimme, 152, 154.

N.

Nadel, s. Magnetnadel.
Natürlicher Magnet, s. Magnet.
Neigung des Magnets, oder der Magnetnadel, 3, 37. — wie man sie beobachte, 157. — Verzeichniß derselben an verschiedenen Orten der Erde, 40.
Nickel, ob er magnetisch sey, 184.

P.

Paradoxon, magnetisches, 159.
Platina, ihre magnetischen Eigenschaften, 184.

Register.

Polarität, was sie sey, 2.
Pole des Magnets, was sie sind, 2. — gleichnamige stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an, 2, 3, 18, 19. — wie man sie finde, 24. — ihre gewöhnliche Anzahl, 24. — ihre Lage in guten Magneten, 24. — auf einander folgende an einer eisernen Stange, 53, 114. — Untersuchung einiger möglichen Lagen derselben, 71. — wie man sie an einem magnetischen Körper finde, 112. — ihre gegenseitige Wirkung auf einander, 129. — ihre Entstehung in einem zerbrochnen Magnete, 133. — in langen Stäben von weichem Eisen sind nur zween Pole, 194.

Q.

Quecksilber, wird gebraucht, um die Anziehung zwischen dem Magnet und gewissen Substanzen zu entdecken, 110. — Bemerkung über dessen Gebrauch, 171.

R.

Repulsion zwischen gleichnamigen magnetischen Polen, 3, 18.
Rhumben, was sie sind, 97. — ihre Namen, 97. — Tabelle über ihre Winkel mit dem Meridian, 98.
Richtungskraft des Magnets, 25. — ihr Gebrauch, 26. — erstreckt sich weiter in die Ferne, als die Anziehung, 60.
Ringe, doppelte, 96.

S.

Sättigungspunkt, 57.
Schif, wie es auf der See mit Hülfe des Compasses gesteuret werde, 27.
Seecompaß, was er sey, 27. — seine Erfindung, 27. — seine Variation, 30. — vornehmste Arten desselben, 96. Beschreibung desselben, 96 u. ff. — Mittel, sein Schwanken zu verhüten, 99.
Silber, ist nicht magnetisch, 183.
Stäbe, magnetische, Beschreibung derselben, 87. — Art sie aufzubewahren, 89. — Verfertigung, s. Magnet, künstlicher.
Stahl, was er sey, 6. — seine Eigenschaften, 7. — wie man ihn härte, 7. — wie man ihn erweiche, 8. — beste Sorte desselben, 8. — wie man die beste Sorte zu Magnetstäben auszusuchen habe, 87. — Glühender Stahl wird nicht vom Magnet angezogen, 189.
Strich, einfacher oder doppelter, 146.

T.

Terrelle, 25.
Theorie des Magnetismus, 65.
Thierische Substanzen, welche vom Magnet angezogen werden, 46.

U. V.

Variation der Magnetnadel, 30. — ihre Entdeckung, 30. — tägliche, 36. — Variationsnadel, 93. — des Verfassers Gedanken über die Variation, 198 — Versuch zur Erläuterung derselben, 199.

Variationscompaß, Beschreibung desselben, 101. --- Vorschlag einer neuen Einrichtung desselben, 104.
Vegetabilische Substanzen, welche vom Magnet angezogen werden, 46.
Unterlagen, was sie sind, 89. --- ihr Gebrauch zu Verfertigung künstlicher Magnete, 141.

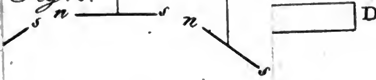
W.

Wasser, Gebrauch desselben, die Anziehung zwischen dem Magnet und gewissen Substanzen zu entdecken, 110, 171.
Weltgegenden, was sie sind, 97. --- ihre Namen, 97. --- Tabelle über ihre Winkel mit dem Meridian, 98.
Werkzeuge, magnetische, Beschreibung derselben, 86. --- Gebrauch, 150.

Z.

Zink, ist nicht magnetisch, 183.
Zurückstoßen, s. Repulsion.
Zusammengesetzte Magnete, Verfertigung derselben, 163.

Ende.



A N

